Benutzerhandbuch

PrecisionTree

Entscheidungsanalysen-Add-In
für Microsoft Excel

Version 6
März, 2013

Palisade Corporation
798 Cascadilla Street
Ithaca, NY 14850
USA
+1-607-277-8000
+1-607-277-8001 (Fax)
http://www.palisade.com (Web-Site)
sales@palisade.com (E-Mail)

Willkommen

Willkommen in PrecisionTree, der Entscheidungsanalysen-Software, die als Add-In für Microsoft Excel vorgesehen ist. Mit dieser Zusatzkomponente können Sie jetzt etwas erreichen, was vorher nicht möglich war – Sie können nämlich direkt in der Kalkulationstabelle einen Entscheidungsbaum oder ein Zusammenhangsdiagramm definieren. Mit Hilfe von PrecisionTree können Sie eine komplette Entscheidungsanalyse ausführen, ohne dabei die Kalkulationstabelle verlassen zu müssen!

Nutzen von Entscheidungsanalyse und PrecisionTree

Vielleicht fragen Sie sich, ob sich die von Ihnen zu treffenden Entscheidungen überhaupt für die Entscheidungsanalyse eignen. Diese Frage kann meistens bejaht werden, denn wenn Sie nach einem Weg suchen, Ihre Entscheidungen besser zu strukturieren, um sie anderen gegenüber leichter erklärbar zu machen, sollten Sie es auf jeden Fall einmal mit der formalisierten Entscheidungsanalyse versuchen.

Bei großen komplexen Entscheidungen müssen Sie als Entscheidungsträger in der Lage sein, das Problem organisch effizient anzuordnen. Mit anderen Worten, Sie müssen alle möglichen Optionen in Betracht ziehen, indem Sie alle verfügbaren Informationen genau analysieren. Außerdem müssen Sie auch in der Lage sein, diese Informationen anderen beteiligten Personen in gut verständlicher Form vorlegen zu können. Durch PrecisionTree ist das alles ohne große Umstände möglich und sogar noch mehr!

Aber was genau ermöglicht Ihnen die Entscheidungsanalyse? Als Entscheidungsträger können Sie z. B. die einzelnen Optionen und Vorteile sowie die Unbestimmtheit quantitativ beschreiben, mehrere Ziele gegeneinander abwägen sowie die Risikoprioritäten definieren… und das alles in der Excel-Kalkulationstabelle.

Modellierfunktionen

Als „Add-In" zu Microsoft Excel kann PrecisionTree direkt mit Excel verknüpft werden, um diesem Programm neue Entscheidungsanalysen-Fähigkeiten hinzuzufügen. Durch das PrecisionTree-System werden alle Tools zur Verfügung gestellt, die für das Einrichten und Analysieren von Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen erforderlich sind. Obendrein arbeitet PrecisionTree mit Menüs und Funktionen, die Sie aus dem Excel-Programm bereits kennen.

In PrecisionTree gibt es kein Limit für die Größe der Baumstruktur, die Sie vielleicht definieren möchten. Sie können z. B. eine Struktur entwerfen, die in einer Excel-Arbeitsmappe mehrere Arbeitsblätter umfasst! Obendrein zeigt PrecisionTree die Baumstruktur in Form eines leicht zu verstehenden Berichts an, und zwar direkt in der aktuellen Arbeitsmappe.

Entscheidungs-knoten in PrecisionTree

Durch PrecisionTree sind Sie in der Lage, in Excel-Kalkulationstabellen verschiedene Zusammenhangsdiagramme und Entscheidungsbäume zu definieren. Folgende Knotentypen sind in PrecisionTree verfügbar:

- Zufallsknoten
- Entscheidungsknoten
- Endknoten
- Zufallsknoten
- Zufallsknoten

Die Werte und Wahrscheinlichkeiten für die Knoten werden direkt in den Kalkulationstabellenzellen platziert, wodurch Sie mühelos die Definition der Entscheidungsmodelle eingeben und auch bearbeiten können.

Modelltypen

Durch PrecisionTree können sowohl Entscheidungsbäume als auch Zusammenhangsdiagramme erstellt werden. Letztere sind sehr praktisch, um klar und kurzgefasst die Beziehung zwischen Ereignissen sowie die allgemeine Entscheidungsstruktur anzuzeigen. Entscheidungsbäume umreißen dagegen die chronologischen und numerischen Einzelheiten der Entscheidung.

Werte in Modellen

In PrecisionTree werden alle Werte und Wahrscheinlichkeiten für das Entscheidungsmodell direkt in die Kalkulationstabellenzellen eingegeben, genauso wie das auch bei anderen Excel-Modellen der Fall ist. PrecisionTree ist auch in der Lage, bestimmte Werte eines Entscheidungsmodells direkt mit den von Ihnen angegebenen Positionen im Kalkulationstabellenmodell zu verknüpfen. Die Ergebnisse aus diesem Modell können dann als Ablaufsmöglichkeiten für die einzelnen Pfade im Entscheidungsbaum eingesetzt werden.

Alle Ablaufsberechnungen werden in Echtzeit vorgenommen, d. h. während Sie den Entscheidungsbaum bearbeiten, werden alle Ablaufs- und Knotenwerte automatisch neu berechnet.

Entscheidungs-analyse

Über die PrecisionTree-Entscheidungsanalysen erhalten Sie klare und geradlinige Berichte, die Statistikübersichten, Risikoprofile sowie auch Richtlinienvorschläge mit einbeziehen. Auch können Sie durch die Entscheidungsanalyse zu stärker qualitativ betonten Ergebnisse kommen, da Sie durch diese Analyse die involvierten Kompromisse, Interessenkonflikte und wichtigen Ziele besser verstehen können.

Alle Analysenergebnisse werden direkt in Excel berichtet, damit sie mühelos angepasst, ausgedruckt und gespeichert werden können. Sie brauchen nicht erst eine ganze Reihe von neuen Formatierungsbefehlen zu lernen, da PrecisionTree-Berichte genauso wie jedes andere Excel -Arbeitsblatt oder -Diagramm sehr einfach modifiziert werden können.

Empfindlichkeits-analyse

Haben Sie schon mal darüber nachgedacht, welche Variablen wohl die wichtigsten bei Ihrer Entscheidung sind? Wenn ja, sollten Sie die Empfindlichkeitsanalysenoptionen von PrecisionTree in Betracht ziehen. Über diese Optionen können Sie sowohl Einweg- als auch dialogfähige Empfindlichkeitsanalysen ausführen sowie Tornado-, Schaufelrad- und sogar strategische Bereichsdiagramme erstellen... und noch vieles mehr!

Für diejenigen Benutzer, die höher entwickelte Empfindlichkeitsanalysen benötigen, kann PrecisionTree direkt mit TopRank, dem Empfindlichkeitsanalysen-Add-In von Palisade Corporation, verknüpft werden.

Verkleinerung eines Entscheidungs-baumes

Mit zunehmenden Entscheidungsoptionen können Entscheidungsbäume mitunter recht umfangreich werden. PrecisionTree bietet Ihnen daher eine Reihe von Funktionen, die Ihnen dabei helfen sollen, die Entscheidungsbäume auf eine besser überschaubare Größe zu bringen. Jeder beliebige Entscheidungsbaumknoten kann ausgeblendet werden, wodurch dann alle Pfade, die dem betreffenden Knoten folgen, ebenfalls ausgeblendet sind. Auch kann auf einen untergeordneten Baum von mehreren anderen Entscheidungsbaumknoten aus Bezug genommen werden, wodurch ein und derselbe Baum nicht immer wieder angezeigt zu werden braucht.

Risikoanalyse

@RISK, das Risikoanalysen-Add-In von Palisade Corporation, ist das perfekte Begleitprodukt zu PrecisionTree. @RISK ermöglicht Ihnen, mithilfe von Verteilungsfunktionen in praktisch jedem Kalkulationstabellenmodell die Unbestimmtheit quantitativ zu bestimmen. Ein Mausklick genügt, und schon führt @RISK eine Monte Carlo-Simulation aus, durch die in Ihrem Modell jedes mögliche Ergebnis analysiert wird und dann die damit verbundenen Risiken grafisch dargestellt werden.

Mithilfe von @RISK können unbestimmte Ereignisse (d.h. Zufallsereignisse) im Modell definiert werden, und zwar in Form von kontinuierlichen Verteilungen anstelle von geschätzten Ergebnissen in einer begrenzten Anzahl von Zweigen. Wahrscheinlichkeitsverteilungen können im Entscheidungsbaum und zugehörigen Kalkulationstabellen auf jeden beliebigen unbestimmten Wert oder jede beliebige Wahrscheinlichkeit angewendet werden. Auf Basis dieser Informationen kann @RISK dann eine komplette Monte Carlo-Simulation Ihres Entscheidungsbaums ausführen, um den Bereich der möglichen Ergebnisse anzuzeigen.

Erweiterte Analysenfähigkeiten

PrecisionTree bietet Ihnen viele Optionen für erweiterte Analysen, wie z. B. die folgenden:

- Nutzenfunktionen
- Verwendung mehrerer Arbeitsblätter zum Definieren von Baumstrukturen
- Zufallsknoten
- Bayes’sche Revision
- Empfindlichkeitsanalyse

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Erste Schritte



Einführung

In dieser Einführung wird der Inhalt des PrecisionTree-Paketes beschrieben und Ihnen gezeigt, wie PrecisionTree installiert und mit Microsoft Excel 2003 oder höher verknüpft werden kann.

Info zu dieser Version

Diese PrecisionTree-Version kann entweder mit Microsoft Excel 2003 oder der allgemeinen Installationsanleitung verwendet werden.

Professional Edition und Industrial Edition von PrecisionTree

Es sind zwei Versionen von PrecisionTree verfügbar – *Professional* und *Industrial*. In PrecisionTree Professional ist die Größe eines Entscheidungsbaums auf 1000 Knoten beschränkt.

Die Betriebssystemumgebung

Dieses Benutzerhandbuch geht davon aus, dass Sie allgemein mit dem Windows-Betriebssystem und mit Excel vertraut sind. Das heißt, es wird angenommen, dass:

- dass Sie sich mit dem Computer und der Maus auskennen
- dass Ihnen Begriffe wie Symbol, Klicken, Doppelklicken, Menü, Fenster, Befehl und Objekt bekannt sind
- dass Sie grundlegende Konzepte wie „Verzeichnisstruktur“ und „Dateibenennung“ verstehen

Technischer Support

Allen registrierten PrecisionTree-Benutzern mit gültigem Wartungsplan steht unser technischer Support kostenlos zur Verfügung. Benutzer ohne Wartungsplan können unseren technischen Support gegen Berechnung per Vorfall in Anspruch nehmen. Um sicherzustellen, dass Sie als PrecisionTree-Benutzer registriert sind, **sollten Sie die Registrierung online über unsere Website www.palisade.com/support/register.asp** vornehmen.

Wenn Sie sich telefonisch mit uns in Verbindung setzen, sollten Sie immer die Seriennummer und das Benutzerhandbuch parat haben. Außerdem können wir Sie technisch besser unterstützen, wenn Sie vor dem Computer sitzen und arbeitsbereit sind.

Bevor Sie anrufen…

Bevor Sie unseren technischen Support anrufen, ist es angebracht, folgende Prüfliste nochmals abzuhaken:

- *Haben Sie sich die Online-Hilfe angesehen?*
- *Haben Sie in diesem Benutzerhandbuch nachgeschlagen und auch das Multimedia-Lernprogramm online durchgearbeitet?*
- *Haben Sie die Datei README.WRI gelesen? Sie enthält aktuelle PrecisionTree-Informationen, die evtl. bei Drucklegung des Handbuchs noch nicht zur Verfügung standen.*
- *Können Sie das Problem nachvollziehen? Kann das Problem auch auf einem anderen Computer oder bei einem anderen Modell nachvollzogen werden?*
- *Haben Sie sich bereits unsere Web-Seite (**http://www.palisade.com**) angesehen? Sie enthält die neueste FAQ (eine Datenbank mit Support-Fragen und -Antworten) sowie PrecisionTree-Patches (Korrekturprogramme), die unter „Technical Support“ zu finden sind. Wir empfehlen Ihnen, regelmäßig unsere Web-Seite aufzusuchen, damit Sie sich laufend über die neuesten PrecisionTree-Informationen sowie über anderweitige Palisade-Software informiert halten können.*

Kontaktieren von Palisade

Palisade Corporation ist dankbar für alle Fragen, Bemerkungen oder Vorschläge, die mit PrecisionTree zu tun haben. Es gibt viele Möglichkeiten, sich mit unserer technischen Abteilung in Verbindung zu setzen, zum Beispiel:

- *senden Sie Ihre E-Mail an* ***support@palisade.com***
- *rufen Sie uns unter der Nummer +1-607- 277-8000 an, und zwar montags bis freitags zwischen 9.00 und 17.00 Uhr US-Ostküstenzeit. Lassen Sie sich dabei zum „Technical Support" durchschalten*
- *Faxen Sie uns unter der Nummer +1-607-277-8001*
- *senden Sie einen Brief an:*
  Technischer Support
  Palisade Corporation
  798 Cascadilla Street
  Ithaca, NY 14850
  USA

Palisade Europe ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an* ***support@palisade-europe.com***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +44 1895 425050 (GB) an*
- *faxen Sie unter der Nummer +44 1895 425051 (GB)*
- *senden Sie einen Brief an:*
  Palisade Europe
  31 The Green
  West Drayton
  Middlesex
  UB7 7PN
  Großbritannien

Palisade Asia Pacific ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an* ***support@palisade.com.au***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +61 2 9252 5922 (AU) an*
- *faxen Sie unter der Nummer +61 2 9252 2820 (AU)*
- *senden Sie einen Brief an:*

  Palisade Asia-Pacific Pty Limited
  Suite 404, Level 4
  20 Loftus Street
  Sydney NSW 2000
  Australien

Es ist wichtig, dass Sie uns bei jeder Kommunikation den Produktnamen, die genaue Version sowie die Seriennummer nennen. Sie können die Versionsnummer herausfinden, indem Sie in Excel im Menü **PrecisionTree** auf **Hilfe über** klicken.

Versionen für Studenten

Für die Studentenversion von PrecisionTree steht kein telefonischer Support zur Verfügung. Wenn Sie bei dieser Version Hilfe benötigen, sollten Sie eine der folgenden Alternativen versuchen:

- *fragen Sie Ihren Professor bzw. Lehrbeauftragten.*
- *sehen Sie auf unserer Website (http://www.palisade.com) unter „Answers to Frequently Asked Questions“ (Antworten auf häufig gestellte Fragen) nach*
- *wenden Sie sich per E-Mail oder Fax an unsere Abteilung „Technical Support“*

Systemanforderungen von PrecisionTree

Bei PrecisionTree 6 für Microsoft Excel sind folgende Systemanforderungen zu berücksichtigen:

- *Microsoft Windows XP oder höher*
- *Microsoft Excel 2003 oder höher*

Installationsanleitung

Allgemeine Installationsanleitung

Durch das Setup-Programm werden die PrecisionTree-Systemdateien in das Verzeichnis kopiert, das Sie auf der Festplatte angegeben haben. So wird das Setup-Programm unter Windows XP oder höher ausgeführt:

1) *Doppelklicken Sie beim Ausführen der Installations-CD auf PrecisionTree Setup.exe und folgen Sie dann den Installationsanweisungen auf dem Bildschirm*.

Falls Sie bei der Installation von *PrecisionTree* auf Probleme stoßen, sollten Sie nachsehen, ob genügend Speicherplatz auf dem Laufwerk verfügbar ist, auf dem *PrecisionTree* installiert werden soll. Versuchen Sie dann die Installation erneut, nachdem Sie ausreichend Speicherplatz freigemacht haben.

Deinstallieren von PrecisionTree

Wenn Sie PrecisionTree dagegen entfernen möchten, müssen Sie das Dienstprogramm **Software** in der Systemsteuerung verwenden und dann den Eintrag **PrecisionTree** auswählen.

DecisionTools Suite

PrecisionTree für Excel ist Teil der „DecisionTools Suite", die aus einer Reihe von Produkten für Risiko- und Entscheidungsanalyse besteht, wie in **Anhang E: Verwendung von PrecisionTree mit anderen DecisionTools** beschreiben ist. Normalerweise wird PrecisionTree in einem Unterverzeichnis von „Programme\Palisade" installiert. Das ist so ähnlich, wie z. B. Excel oft in einem Unterverzeichnis von **Microsoft Office** installiert wird.

Eines der Unterverzeichnisse von *Programme\Palisade* ist somit das PrecisionTree-Verzeichnis, das gewöhnlich die Bezeichnung **PRECISIONTREE6** hat. Dieses Verzeichnis enthält dann die Programmdateien sowie auch Beispielmodelle und andere zur Ausführung von PrecisionTree erforderliche Dateien. Ein anderes Unterverzeichnis von „Programme\Palisade" ist das Verzeichnis SYSTEM, in dem sich die Dateien befinden, die von den einzelnen Programmen der „DecisionTools Suite" benötigt werden (einschließlich Hilfedateien und Programmbibliotheken).

Konfiguration der PrecisionTree-Symbole oder Verknüpfungen

Erstellung der Verknüpfung in der Windows Taskleiste

Durch das PrecisionTree-Setup-Programm wird automatisch in der Taskleiste ein PrecisionTree-Befehl im Menü **Programme** erstellt. Sollten jedoch während der Installation Probleme auftreten, oder aber wenn Sie das Konfigurieren der Programmgruppe und Symbole zu einer anderen Zeit manuell vornehmen möchten, gehen Sie bitte wie folgt vor.

1) *Klicken Sie auf* ***Start*** *und zeigen Sie dann auf* ***Einstellungen****.*

2) *Klicken Sie auf „Task-Leiste" und anschließend auf die Registerkarte „Programme" im Menü „Start".*

3) *Klicken Sie auf „Hinzufügen" und danach auf „Durchsuchen".*

4) *Stellen Sie fest, wo sich die Datei PTREE.EXE befindet und doppelklicken Sie dann auf diese Datei.*

5) *Klicken Sie auf* ***Weiter*** *und doppelklicken Sie anschließend auf das Menü, in dem das Programm erscheinen soll.*

6) *Geben Sie den Namen „PrecisionTree" ein und klicken Sie schließlich auf „Beenden".*

Warnmeldung hinsichtlich bösartiger Makros bei Systemstart

In Microsoft Office können mehrere Sicherheitseinstellungen vorgenommen werden, um zu verhindern, dass unerwünschte oder bösartige Makros in MS Office-Anwendungen ausgeführt werden. Falls Sie nicht die niedrigste Sicherheitsstufe eingestellt haben und versuchen, eine Datei zu laden, die Makros enthält, wird eine Warnmeldung angezeigt. Um diese Meldung bei Ausführung von Add-Ins von Palisade zu vermeiden, sind unsere Add-In-Dateien mit einer digitalen Kennzeichnung versehen. Sobald Sie daher **Palisade Corporation** als vertrauenswürdige Quelle angeben, können Sie jedes Add-In von Palisade öffnen, ohne dass die Warnmeldung erscheint.

Softwareaktivierung

Bei der Aktivierung handelt es sich um einen einmaligen Lizenzprüfprozess, der erforderlich ist, um die Palisade-Software als vollkommen lizenziertes Produkt ausführen zu können. Die **Aktivierungs-ID** befindet sich auf der an Sie geschickten Rechnung und sieht so ähnlich wie z. B. „DNA-6438907-651282-CDM“ aus. Wenn Sie diese Aktivierungs-ID während der Installation eingeben, ist die Software bereits bei Beendung des Installationsvorgangs aktiviert und daher keine weitere Aktivierung durch Sie erforderlich. Falls Sie die Software erst irgendwann nach der Installation aktivieren möchten, müssen Sie im Hilfemenü den Befehl **Lizenzmanager** wählen.

Mithilfe des Lizenzmanagers können Software-Lizenzen aktiviert, deaktiviert und auch auf einen anderen Computer verlegt werden. Ebenfalls kann der Lizenzmanager zum Verwalten von Lizenzen für Netzwerkinstallationen verwendet werden. Folgen Sie im Lizenzmanager dann den entsprechenden Anweisungen und Dialogen, um den gewünschten Lizenzierungsvorgang auszuführen.

Schnellstart

Schnellstart und Online Videos

Im Schnellstart-Lernprogramm werden Sie schrittweise durch ein *PrecisionTree*-Beispielmodell geführt, und zwar im Filmformat. Dieses Lernprogramm ist eine Multimedia-Präsentation, in der die hauptsächlichen PrecisionTree-Funktionen behandelt werden.

Das Lernprogramm kann ausgeführt werden, indem Sie im TopRank-Hilfemenü den Befehl **Beispiele für Kalkulationstabellen** und dann die Datei **PrecisionTree Quick Start.xlsx (oder .xls)** wählen.

Verwendung von PrecisionTree

Start von PrecisionTree

Das PrecisionTree-System besteht aus mehreren Dateien und Bibliotheken, die alle zum Ausführen des Programms erforderlich sind. Durch das Excel-Add-In PTREE.XLA wird PrecisionTree innerhalb des Excel-Programms gestartet, indem die notwendigen Dateien geöffnet und die Bibliotheken initialisiert werden.

- Um PrecisionTree zu starten, klicken Sie in Windows über **Start > Programme > Palisade DecisionTools** auf das PrecisionTree-Symbol.
- Verwenden Sie im Hilfemenü von PrecisionTree den Befehl **Beispiele für Kalkulationstabellen**, um eine Beispieldatei zu öffnen.

Beenden von PrecisionTree

So beenden Sie PrecisionTree und Excel:

- Wählen Sie in Excel im Menü **Datei** den Befehl **Beenden**.

So entladen Sie PrecisionTree, ohne dabei die Excel-Sitzung zu beenden:

- Wählen Sie im Menü **PrecisionTree-Dienstprogramme** den Befehl **PrecisionTree-Add-In entladen**.

Kapitel 2: Überblick über die Entscheidungsanalyse



Einführung

Durch PrecisionTree erhalten die Arbeitsblätter in Microsoft Excel erweiterte Modellier- und Entscheidungsanalysenfähigkeiten. Vielleicht fragen Sie sich, ob sich die von Ihnen zu treffenden Entscheidungen überhaupt für die Entscheidungsanalyse eignen. Diese Frage kann meistens bejaht werden, denn wenn Sie nach einem Weg suchen, Ihre Entscheidungen besser zu strukturieren, um sie anderen gegenüber leichter erklärbar zu machen, sollten Sie es auf jeden Fall einmal mit der formalisierten Entscheidungsanalyse versuchen.

Modellierung mithilfe von PrecisionTree

„Modellierung“ ist eine viel gebrauchte Redewendung, unter der man gewöhnlich irgendeine Aktivität versteht, durch die versucht wird, eine reale Situation darzustellen, damit diese dann analysiert werden kann. Die Darstellung bzw. das Modell kann zum Untersuchen der Situation verwendet werden und dadurch evtl. dazu beitragen, dass Sie die Zukunft besser verstehen können. Da Sie wahrscheinlich in Excel eine Kalkulationstabelle erstellt haben, haben Sie bereits ein Modell! Keine Angst, Sie brauchen kein Experte in Fragen der Statistik oder Entscheidungstheorie zu sein, um Entscheidungsmodelle zu erstellen, und Sie brauchen schon lange keine überdurchschnittliche Fachkenntnis besitzen, um PrecisionTree verwenden zu können. Natürlich kann nicht alles auf ein paar Seiten erklärt werden, aber wir werden Ihnen auf diese Weise auf jeden Fall erste Schritte mit dem Programm ermöglichen. Sobald Sie dann erst einmal mit PrecisionTree arbeiten, werden Sie sich automatisch die nötigen Sachkenntnisse aneignen, die man sowieso kaum aus Büchern erlernen kann.
Auch soll dieses Kapitel erklären, wie PrecisionTree zusammen mit Microsoft Excel für die Entscheidungsanalyse eingesetzt werden kann. Wie bereits erwähnt, ist es nicht nötig, die Funktionsweise von PrecisionTree genau zu kennen, um mit dem Programm erfolgreich arbeiten zu können, aber ein paar Erklärungen sind sicherlich praktisch und auch interessant.

Was ist die Entscheidungsanalyse?

Die Entscheidungsanalyse bietet Ihnen eine systematische Methode, um Probleme zu beschreiben. Es handelt sich hier um den Vorgang, eine problematische Situation zu modellieren, und zwar unter Einbeziehung der Gesichtspunkte und Vorstellungen des Entscheidungsträgers, was die Unbestimmtheit anbelangt. Auf diese Weise kann die unter den Umständen günstigste Entscheidung identifiziert werden.

Durch die Entscheidungsanalyse erhalten Sie einen unkomplizierten Bericht, der aus dem bevorzugten Entscheidungspfad und einem Risikoprofil aller möglichen Ergebnisse besteht. Auch können Sie durch die Entscheidungsanalyse zu stärker qualitativ betonten Ergebnisse kommen, da Sie durch diese Analyse die involvierten Kompromisse, Interessenkonflikte und wichtigen Ziele besser verstehen können.

Modellierung einer Entscheidung

Bei einer Entscheidungsanalyse besteht der erste Schritt darin, das zu lösende Problem zu definieren. Soll der Profit maximiert oder die Auswirkung auf die Umgebung minimiert werden? Wahrscheinlich ist Ihr Ziel, eine Kombination aus beiden zu erreichen. Sobald Ihre Ziele klar definiert sind, können Sie mit dem Modellieren beginnen.

Entscheidungen können als Entscheidungsbäume oder Zusammenhangsdiagramme modelliert werden. Während es sich bei Entscheidungsbäumen um das herkömmliche Entscheidungsanalysen-Tool handelt, stellen Zusammenhangsdiagramme ein neueres und leistungsstarkes Werkzeug dar, das der Entscheidungsträger in seinem Arsenal besitzt. Im noch verbleibenden Teil dieses Kapitels werden diese beiden Methoden eingehend erklärt.

Zusammenhangsdiagramme

Einführung

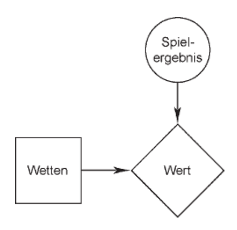
Durch Zusammenhangsdiagramme wird eine Entscheidung in einfacher, grafischer Form dargestellt. Entscheidungen, Zufallsereignisse und Ablaufswerte werden als Formen gezeichnet, die Knoten genannt werden und durch Pfeile (so genannte Bögen) verbunden sind. Durch diese Bögen wird die Beziehung dieser Knoten untereinander definiert. Auf diese Weise kann eine komplizierte Entscheidung durch nur ein paar Formen und Linien dargestellt werden. Zusammenhangsdiagramme sind sehr gut dazu geeignet, die Beziehung zwischen Ereignissen sowie auch die allgemeine Struktur einer Entscheidung klar und prägnant aufzuzeichnen.

- **Knoten.** In PrecisionTree sind Entscheidungsknoten als grüne Quadrate, Zufallsknoten als rote Kreise und Auszahlungsknoten als blaue Rauten zu sehen.
- **Bögen.** Durch Bögen wird von einem Vorgängerknoten auf einen Nachfolgeknoten verwiesen, um auf die Abhängigkeit zwischen den beiden Knoten hinzuweisen. Ein Bogen kann verschiedene Abhängigkeitsformen enthalten: z.B. wertmäßige, zeitliche oder strukturelle Abhängigkeit (oder auch eine Kombination aus allen drei Formen).

Sportswetten-Beispiel

Wenn es nur eine Entscheidung und lediglich ein Zufallsereignis gibt, das das Ergebnis beeinflussen kann, ist diese Situation sehr einfach zu modellieren. Angenommen, Sie haben die Möglichkeit, auf ein Sportsereignis zu wetten. Bei dieser Entscheidung geht es darum, ob Sie auf Mannschaft A oder Mannschaft B wetten wollen (oder überhaupt nicht). Das Zufallsereignis ist dabei das Ergebnis des Spiels. Der Auszahlungsknoten stellt den finanziellen Gewinn (oder Verlust) aus der Wette dar.

Zusammenhangs-diagramm für eine Sportswette



Da sowohl die Wette als auch das Spielergebnis sich auf den Ablauf auswirken, wird ein Pfeil (oder Bogen) von beiden Knoten zum Auszahlungsknoten hin gezeichnet. Ein Bogen vom Zufallsknoten zum Entscheidungsknoten bedeutet, dass Sie das Spielergebnis bereits vor der Wette wissen. Ein Bogen vom Entscheidungsknoten zum Zufallsknoten weist dagegen darauf hin, dass das Ergebnis des Spiels sich auf Basis der von Ihnen getroffenen Entscheidung ändern kann. Im einfachsten Fall würde keine dieser Situationen vorkommen und die beiden Knoten somit nicht verbunden sein.

Richtlinien zur Verwendung von Bögen

Durch Bögen werden die Beziehungen zwischen Knoten in einem Zusammenhangsdiagramm beschrieben. Es können drei Zusammenhangsarten zwischen Knoten angegeben werden: der wertmäßige, zeitliche und strukturelle Zusammenhang.

Durch einen **wertmäßigen** Zusammenhang wird angegeben, dass die Werte für den Nachfolgeknoten durch die möglichen Ergebnisse für den Vorgängerknoten beeinflusst werden.

Ein zeitlicher **Timing**-Zusammenhang bedeutet, dass der Vorgängerknoten stets vor dem Nachfolgeknoten in Erscheinung tritt.

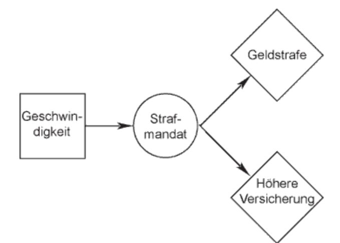
Ein **struktureller** Zusammenhang lässt dagegen darauf schließen, dass die Struktur der Nachfolgeknoten-Ergebnisse durch die Ergebnisse des Vorgängerknotens beeinflusst wird.

Richtlinien zum Entwerfen von Zusammenhangsdiagrammen

Um das Modell so vollständig wie möglich zu machen, sollten Sie beim Entwerfen des Diagramms noch folgende zusätzlichen Richtlinien mit berücksichtigen:

- **Ihr Zusammenhangsdiagramm sollte nur einen Auszahlungsknoten haben.** Auch sollte die Analyse (wie durch den Auszahlungsknoten beschrieben) nur einen Endpunkt haben.

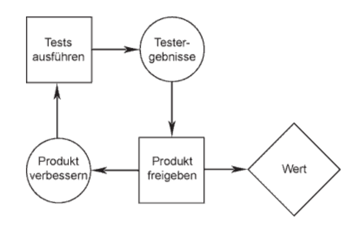
Zusammenhangs-diagramm mit zwei Auszahlungsknoten



In diesem Beispiel sind zwei Auszahlungsknoten zu sehen. Die Kosten für Schnellfahrstrafe und für erhöhte Versicherungsprämie können in einem einzigen Auszahlungsknoten vereint werden.

- **Ihr Zusammenhangsdiagramm sollte keine zyklischen Durchläufe enthalten.** Ein zyklischer Durchlauf ist eine Bogenschleife, die keinen eindeutigen Endpunkt hat. Um festzustellen, ob ein zyklischer Durchlauf vorhanden ist, sollten Sie vom Auszahlungsknoten aus zurückverfolgen. Wenn Sie auf demselben Pfad mehr als einmal an denselben Knoten kommen, enthält Ihr Diagramm einen zyklischen Durchlauf. (Hinweis: Um einen zyklischen Durchlauf zu erstellen, müssen alle sich darin befindlichen Bögen vom gleichen Typ sein)

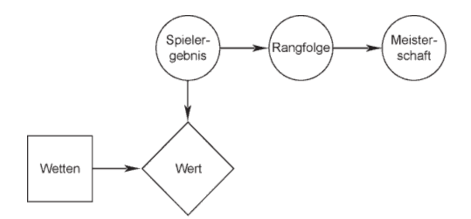
Zusammenhangs-diagramm mit zyklischem Durchlauf



Im vorstehenden Beispiel ist ein zyklischer Durchlauf dargestellt. Welches Ereignis tritt zuerst ein? Wo endet das Ereignis?

- **In Ihrem Zusammenhangsdiagramm sollten unproduktive Knoten vermieden werden.** Unproduktive Knoten sind Zufalls- oder Entscheidungsknoten, die keine Nachfolgeknoten haben und sich daher nicht auf das Modellergebnis auswirken. Sie können unproduktive Knoten vielleicht dazu verwenden, ein Ereignis darzustellen, aber solche Knoten werden durch PrecisionTree beim Analysieren des Modells einfach ignoriert.

Zusammenhangs-diagramm mit unproduktiven Knoten



Das vorstehende Diagramm enthält zwei unproduktive Knoten. Der Knoten **Weltmeisterschaft** ist unproduktiv, da er keine Nachfolgeknoten hat. Der Knoten **Mannschaftsrangfolge** hat zwar einen Nachfolgeknoten, aber da dieser unproduktiv, ist **Mannschaftsrangfolge** ebenfalls unproduktiv.

Entscheidungsbäume

Einführung

Entscheidungsbäume sind ein allumfassendes Tool, mit dessen Hilfe alle möglichen Entscheidungsoptionen modelliert werden können. Während Zusammenhangsdiagramme einen kompakten Überblick über ein Problem geben können, sind Entscheidungsbäume in der Lage, das Problem erheblich detaillierter zu zeigen. Durch Entscheidungsbäume werden die Ereignisse in chronologischer Folge beschrieben und diese Bäume können erheblich größer als die Zusammenhangsdiagramme erstellt werden.

- **Knoten.** Genau wie die Zusammenhangsdiagramme, sind auch die Entscheidungsbäume mit Knoten versehen. In PrecisionTree sind die Entscheidungsknoten als grüne Quadrate und die Zufallsknoten als rote Kreise zu sehen. Der Auszahlungsknoten wird jetzt jedoch Endknoten genannt und wird durch ein blaues Dreieck dargestellt. Für erweiterte Modellierung stehen zwei zusätzliche Knoten, d.h. der Logik- und der Verweisknoten, zur Verfügung.

- **Zweige.** Entscheidungsbäume haben keine Bögen. Bei Entscheidungsbäumen werden anstelle von Bögen so genannte „Zweige“ verwendet, die von jedem Knoten ausgehen. In einem Entscheidungsbaum werden Zweige wie folgt für die drei Hauptknotentypen verwendet:

Knotentypen in einem Entscheidungsbaum:

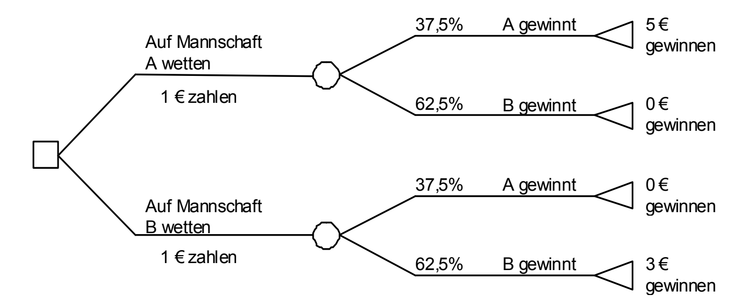
■ Ein **Entscheidungsknoten** ist jeweils durch einen Zweig mit den einzelnen verfügbaren Optionen verbunden.

● Ein **Zufallsknoten** ist jeweils durch einen Zweig mit den einzelnen möglichen Ergebnissen verbunden.

◀ Ein **Endknoten** hat keine von ihm ausgehenden Zweige und zeigt den Ablauf und die Wahrscheinlichkeit für den damit verbundenen Pfad an.

Sportswetten-Beispiel – nochmals anders gesehen

Das bereits vorstehend behandelte Sportswetten-Beispiel kann auch durch einen Entscheidungsbaum modelliert werden. Da die Chronologie des Modells gemäß **Wette → Spielergebnis → Ablaufergebnis** verläuft, wird der Baum mit dem Entscheidungsknoten begonnen, auf den dann der Zufallsknoten folgt. Die Endknoten stellen die Ablaufergebnisse dar.

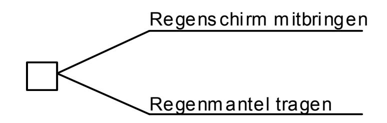


Bei dem vorstehenden Modell sind die Optionen, Werte und Prozentsätze direkt im Diagramm zu sehen. Gleichzeitig ist aber auch bereits ein Nachteil des Entscheidungsbaums zu sehen: Der Baum ist erheblich größer als das entsprechende Zusammenhangsdiagramm. Stellen Sie sich nur einmal die Größe eines Entscheidungsbaums vor, wenn z.B. Hunderte von Ereignissen vorhanden sind!

Richtlinien zum Entwerfen von Entscheidungsbäumen

Um das Modell so komplett wie möglich zu machen, sollte Ihr Entscheidungsbaum alle möglichen Ereignisse so genau wie möglich darstellen. Es folgenden einige dabei recht nützliche Richtlinien:

- **Achten Sie beim Definieren der Knoten darauf, dass an jedem Knoten nur eine Option gewählt werden kann und dass jede mögliche Option genau beschrieben ist.**



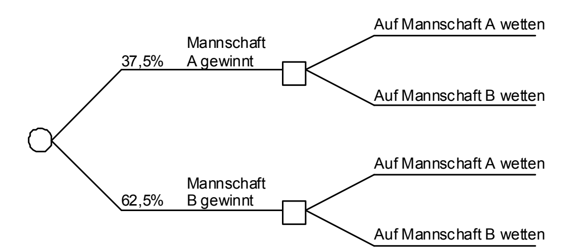
Dieses Beispiel läuft darauf hinaus, dass Sie bei einem Regenmantel nicht gleichzeitig auch einen Regenschirm haben können. Aber warum ist denn nicht beides möglich? Sofern kein bestimmter Grund vorhanden ist, wodurch Sie keinen Regenschirm mitnehmen können, wenn Sie einen Regenmantel tragen, sollten weitere Optionen in das Entscheidungsmodell mit einbezogen werden.

- **Definieren Sie die Zufallsknoten in einer Weise, dass sie gegenseitig ausschließend und insgesamt vollständig sind.** Ein Knoten, bei dem nur ein Ergebnis möglich ist (aber mehrere Ergebnisse beschrieben sind), ist gegenseitig ausschließend. Ein Knoten, bei dem alle Möglichkeiten beschrieben sind, ist dagegen insgesamt vollständig.



Der erste Knoten ist nicht gegenseitig ausschließend, da es z.B. am Montag schneien *und* am Dienstag sonnig sein kann. Der zweite Knoten ist insgesamt vollständig, da es am Montag regnen könnte.

- **Der Entscheidungsbaum sollte chronologisch von links nach rechts verlaufen**.



Wenn der Zufallsknoten der erste Knoten ist, wie in diesem Beispiel, bedeutet das, dass die Wette erst nach Abschluss des Spiels stattfindet. In der Regel wird gewettet, bevor das Ergebnis bekannt ist. Der Entscheidungsknoten sollte daher der erste sein.

Zusammenhangsdiagramme gegenüber Entscheidungsbäumen

Ein Vergleich der Techniken

Wie hier beschrieben, ermöglicht Ihnen PrecisionTree, Modelle entweder als Entscheidungsbäume oder Zusammenhangsdiagramme zu erstellen. Beide Entscheidungsmodellformen haben sowohl Vor- als auch Nachteile. Indem Sie beide verwenden, können Sie das umfassendste und verständlichste Modell Ihres Entscheidungsproblems erstellen.

Vorteile von Zusammenhangs-diagrammen

Durch Zusammenhangsdiagramme kann ein Entscheidungsmodell auf kompakte und effiziente Weise beschrieben werden. Im Vergleich zum Entscheidungsbaum, der Hunderte oder Tausende von Knoten und Zweigen haben kann, können in Ihrem Modell die Entscheidungen und Ereignisse durch Zusammenhangsdiagramme mithilfe von nur wenigen Knoten (und oft auf einem einzigen Arbeitsblatt) angezeigt werden. Mit anderen Worten, auf das Diagramm kann mühelos zugegriffen werden und erleichtert anderen Personen, die Hauptaspekte des Entscheidungsproblems zu verstehen, ohne sich in Einzelheiten der einzelnen möglichen Zweige (wie im Entscheidungsbaum zu sehen) zu verzetteln. Zusammenhangsdiagramme sind besonders nützlich, wenn Sie Ihr Entscheidungsmodell anderen Mitarbeitern erklären oder einen Überblick über ein kompliziertes Entscheidungsproblem erstellen möchten. Zusammenhangsdiagramme zeigen auch die Beziehungen zwischen den verschiedenen Ereignissen in Ihrem Entscheidungsmodell – d.h. Sie können erkennen, was durch was beeinflusst wird. In einem Entscheidungsbaum ist oft nur schwer zu erkennen, welche Ergebnisse im Zusammenhang mit welchen Werten und Wahrscheinlichkeiten von anderen Ereignissen stehen. Außerdem ermöglichen Zusammenhangsdiagramme Ihnen, automatisch Bayes’sche Revisionen von Zufallsknoten-Wahrscheinlichkeiten auszuführen.

Nachteile von Zusammenhangs-diagrammen

Einer der Nachteile von Zusammenhangsdiagrammen ist deren Abstraktion. Es ist schwierig zu erkennen, welche möglichen Ergebnisse mit einem Ereignis oder einer Entscheidung verbunden sind, da viele Ergebnisse in einer einzigen Entscheidung oder einem einzigen Zufallsknoten eines Zusammenhangsdiagramms eingebettet sein können.

Ebenfalls ist es nicht möglich, aus den Bögen im Zusammenhangsdiagramm eine chronologische Ereignisfolge zu folgern. Daher kann mitunter nur schwer festzustellen sein, ob das Zusammenhangsdiagramm und der dadurch dargestellte Entscheidungsbaum auch genau den Zeitablauf in Ihrem Entscheidungsproblem beschreiben.

Vorteile von Entscheidungs-bäumen

Entscheidungsbäume zeigen im Gegensatz zu Zusammenhangsdiagrammen alle möglichen Entscheidungsoptionen und Zufallsereignisse , und zwar mithilfe der Zweigstruktur. Entscheidungsbäume verlaufen chronologisch von links nach rechts und zeigen Ereignisse und Entscheidungen genau dem Zeitablauf entsprechend. Alle Optionen, Ergebnisse und Abläufe (nebst der zugehörigen Werte und Wahrscheinlichkeiten) sind direkt in Ihrer Kalkulationstabelle zu sehen. Es bestehen kaum Unklarheiten hinsichtlich der durch den Entscheidungsbaum möglichen Ergebnisse und Entscheidungen. Sie brauchen nur den betreffenden Knoten anschauen und schon sind alle möglichen Ergebnisse zu sehen, die sich aus dem Knoten und daraus folgenden Ereignissen und Entscheidungen ergeben.

In PrecisionTree haben Sie die Möglichkeit, entweder Ihr Entscheidungsmodell direkt im Zusammenhangsdiagramm zu analysieren oder aber den von PrecisionTree zu erstellenden Entscheidungsbaum analysieren zu lassen. Die Werte und Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen möglichen Ereignis- und Entscheidungsoptionen können entweder in Entscheidungsbäume oder Zusammenhangsdiagramme eingegeben werden.

Ausführung einer Entscheidungsanalyse

Sobald ein Modell entworfen und die Parameter dafür definiert haben, können Sie eine Analyse ausführen. Durch die Entscheidungsanalyse eines Entscheidungsbaums oder Zusammenhangsdiagramms erhalten Sie Statistiken, Diagramme und Richtlinienvorschläge.

Zusätzlich zu den Ergebnissen, die durch Ausführung einer Entscheidungsanalyse zu sehen sind, haben Sie im Entscheidungsbaum- oder Zusammenhangsdiagramm-Modell auch viele Statistiken verfügbar, die die in das Modell eingegebenen oder dort bearbeiteten Werte in Echtzeit anzeigen.

Lösungsmethode für Entscheidungsbäumen

Die Methode, die dazu verwendet wird, den optimalen Pfad in einem Entscheidungsbaum zu berechnen, wird „Zurückklapp-Methode“ genannt. Nachstehend ist eine kurze Darlegung dieser Methode.

1) **Zufallsknotenreduzierung** — berechnet den erwarteten Wert der ganz rechts befindlichen Zufallsknoten und reduziert diese zu einem Einzelereignis.

2) **Entscheidungsknotenreduzierung** — berechnet den optimalen Pfad der ganz rechts befindlichen Entscheidungsknoten und reduziert diese zu einem Einzelereignis.

3) **Wiederholen** — kehrt zu Schritt 1 zurück, sofern einige Knoten noch nicht analysiert worden sind.

Sie sollten sich auch **Anhang A: Technische Hinweise – Berechnungsalgorithmus für Entscheidungsbäume** ansehen, um zusätzliche Informationen zu erhalten.

Konstruktion von Risikoprofilen

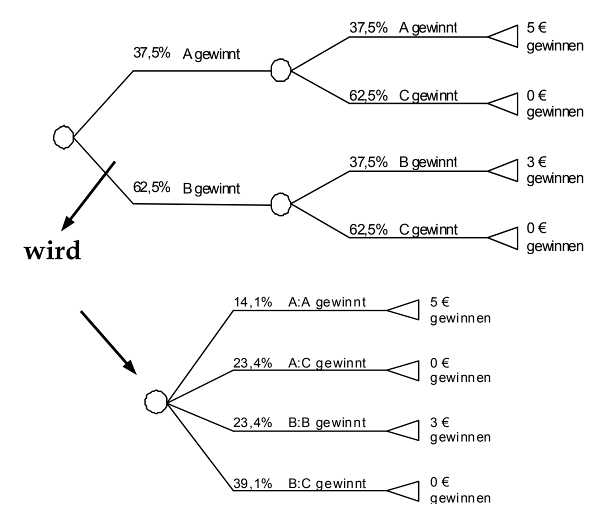
Durch die vorstehenden Methoden wird der optimale Pfad in einem Entscheidungsbaum festgelegt. Sie müssen aber auch die Konsequenzen des vorgeschlagenen Pfads kennen. Und dafür sind die Risikoprofile da.

Was ist ein Risikoprofil?

Ein Risikoprofil besteht aus einer Verteilungsfunktion, durch die die Chancen beschrieben werden, die mit jedem möglichen Ergebnis in Ihrem Entscheidungsmodell verbunden sind. Durch das Risikoprofil wird die Unbestimmtheit Ihrer Entscheidung grafisch dargestellt.

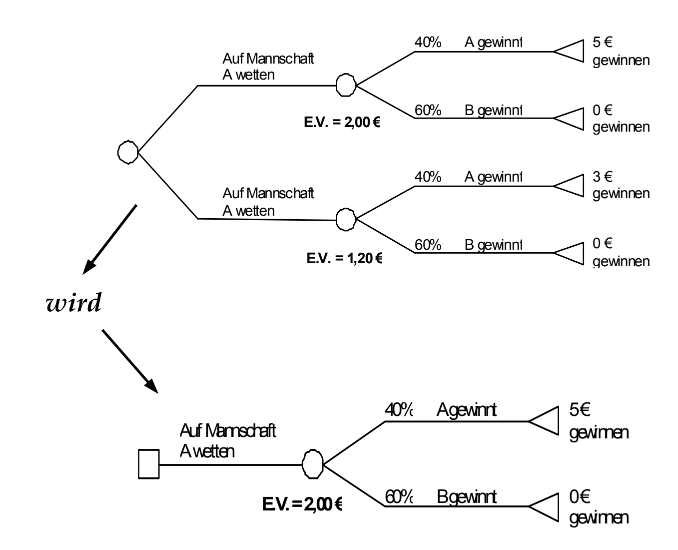
Folgende Schritte werden ausgeführt, um aus einem Entscheidungsbaum ein Risikoprofil zu konstruieren:

1) **Bei einem Summenablaufsbaum (d.h. bei der Standardmethode in PrecisionTree) wird der Baum teilweise ausgeblendet, indem die Wahrscheinlichkeiten auf den sequenziellen Zufallszweigen multipliziert werden.** Der Wert der einzelnen Pfade in dem Entscheidungsbaum wird dadurch berechnet, dass der Wert der einzelnen Zweige auf dem Pfad summiert wird. Unter Verwendung dieses Pfadwertes wird der erwartete Wert für den verbleibenden Zufallsknoten berechnet.



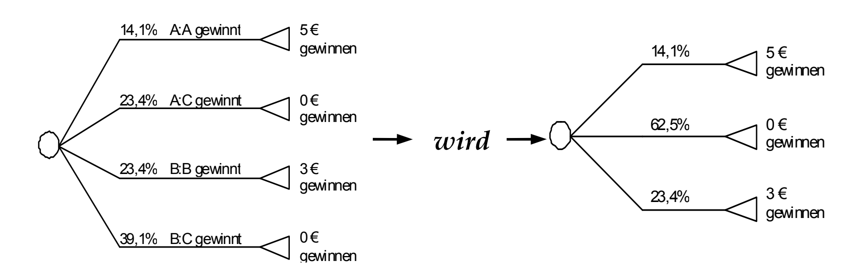
Beide Entscheidungsbäume haben einen erwarteten Wert von 1,40 €.

2) **Entscheidungsknoten werden dadurch reduziert, dass nur die optimalen Zweige in Betracht gezogen werden.**



Die Entscheidung, auf Mannschaft A zu wetten, ist in diesem Beispiel die optimale Entscheidung.

3) **Diese Schritte werden wiederholt, bis der Baum vollkommen auf nur einen Zufallsknoten (mit entsprechendem Wertesatz und zugehörigen Wahrscheinlichkeiten [x,p]) reduziert ist.** Falls irgendwelche zwei Ergebnisse denselben x-Wert haben, werden sie zu einem Zufallsereignis vereint und ihre Wahrscheinlichkeiten entsprechend summiert.

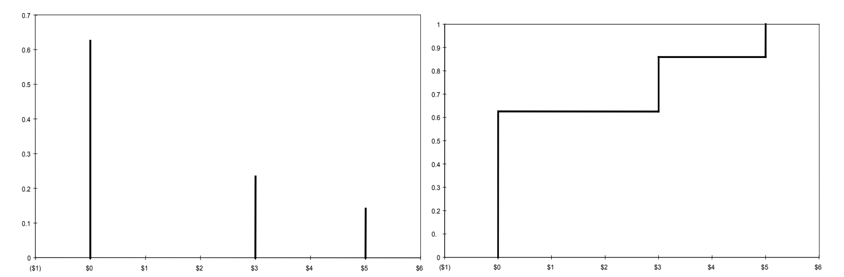


In dem vorstehenden (links zu sehenden) Beispiel haben zwei Zweige einen Wert von $ 0. Die Zweige werden daher (wie im rechten Beispiel zu sehen) kombiniert.

4) **Durch den Endsatz von x-p-Paaren wird eine diskontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilung definiert, die zum Konstruieren des Risikoprofils verwendet wird.**

Das Risikoprofil wird im Wahrscheinlichkeitsdiagramm als diskontinuierliche Dichteverteilung und im Summendiagramm als Summendichteverteilung grafisch dargestellt. Die diskontinuierliche Dichteverteilung zeigt die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis einem x-Wert gleicht. Die Summendichteverteilung zeigt dagegen die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis geringer als oder gleich x ist.

Wahrscheinlich-keits- und Summendiagramm



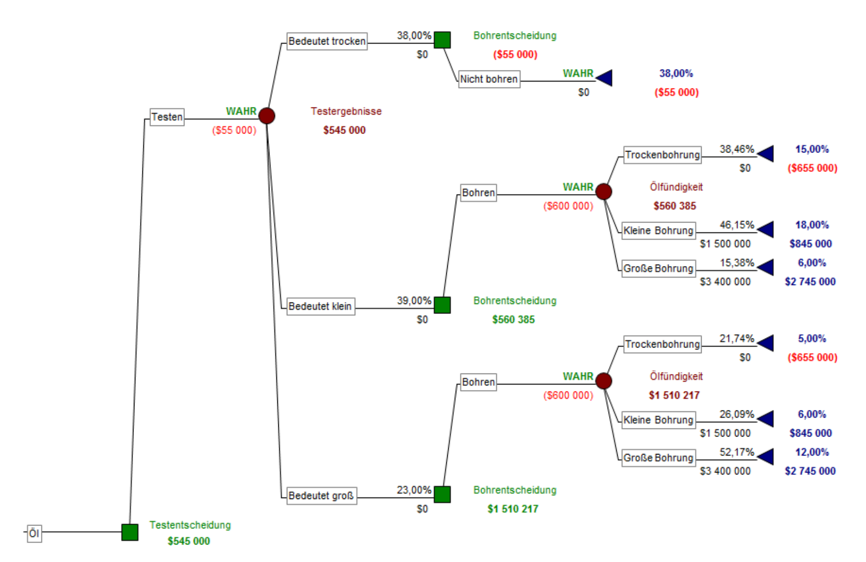
Im Wahrscheinlichkeitsdiagramm (links) ist zu sehen, dass die Höhe der Linie bei $ 0 den Wert 0,625 hat. Das entspricht der Wahrscheinlichkeit, dass die Wette $ 0 einbringt. Das Summendiagramm (rechts) zeigt eine Wahrscheinlichkeit von 100 %, dass die Wette nicht mehr als $ 5 einbringen wird.

Auch ist im Risikoprofil ein statistischer Überblick zu sehen, und zwar in Form eines statistischen Überblicksberichts über die Entscheidungsanalyse.

Richtlinienvorschlag

Durch den Richtlinienvorschlagsbericht ist zu erkennen, welche Option an den einzelnen Knoten gewählt wurde, und zwar wird im Bericht eine Miniversion des Entscheidungsbaums angezeigt, in dem der optimale Pfad markiert sowie der Wert und die Wahrscheinlichkeit der einzelnen Pfade zu sehen ist.

Typischer Richtlinienvorschlag



Wie zu sehen, ist an jedem Entscheidungsknoten nur eine Option markiert, da nur eine Entscheidung den optimalen Ablaufswert oder Gewinn erbringt. Bei den Zufallsknoten sind jedoch alle Zweige markiert, da jedes beliebige der Zufallsereignisse eintreten könnte.

Ebenfalls ist eine Entscheidungstabelle für Richtlinienvorschläge verfügbar, durch die die optimale Auswahl identifiziert wird, die an jedem angetroffenen Entscheidungsknoten auf dem optimalen Pfad getroffen werden kann. Auch sind in dieser Tabelle andere Informationen vorhanden, wie z.B. die Auftretenswahrscheinlichkeit und der Vorteil der richtigen Auswahl.

Entscheidung	Optimale Auswahl	Auftretenswahrscheinlichkeit	Vorteil der richtigen Auswahl (beste – schlechteste Auswahl)	Vorteil der richtigen Auswahl (beste – zweitbeste Auswahl)
'Testentscheidung' (C41)	Testen	100,00%	$15 000	$15 000
'Bohrentscheidung' (E11)	Nicht bohren	38,00%	$184 211	$184 211
'Bohrentscheidung' (E25)	Bohren	39,00%	$615 385	$615 385
'Bohrentscheidung' (E37)	Bohren	23,00%	$1 565 217	$1 565 217

Lösungsmethode für Zusammenhangsdiagramme

Durch die Analyse eines Zusammenhangsdiagramm erhalten Sie dieselben Ergebnisse wie durch das Analysieren des Entscheidungsbaums, der dem Diagramm entspricht. Mit anderen Worten, jedes Zusammenhangsdiagramm kann in einen Entscheidungsbaum konvertiert werden und der zu erwartende Wert dieses Entscheidungsbaums nebst entsprechendem Risikoprofils ist dann der gleiche, der auch beim Analysieren des Zusammenhangsdiagramms zu sehen ist.

Empfindlichkeitsanalyse

Haben Sie schon mal darüber nachgedacht, welche Variablen wohl die wichtigsten bei Ihrer Entscheidung sind? Um das herauszufinden, benötigen Sie eine Empfindlichkeitsanalyse, durch die die Auswirkung der Änderung einer unbestimmten Variable auf die Extremwerte gemessen wird, wenn alle anderen Variablen konstant bleiben. Die Empfindlichkeitsanalyse kann sowohl bei Entscheidungsbäumen als auch bei Zusammenhangsdiagrammen eingesetzt werden.

Was ist eine Empfindlichkeitsanalyse?

Die Empfindlichkeitsanalyse ermöglicht Ihnen, genau zu untersuchen, welche Auswirkung die Änderung von einer oder mehreren Variablen auf Ihr Modell haben würde. Das ist besonders bei der Suche nach Schwellenwerten nützlich, wenn sich die optimale Auswahl an einem Entscheidungsknoten ändert. Die Empfindlichkeitsanalyse gibt Ihnen keine eindeutige Lösung für das Problem, aber ermöglicht Ihnen, das Modell besser zu verstehen.

Die Ergebnisse einer Empfindlichkeitsanalyse werden gewöhnlich grafisch dargestellt. In zahlreichen Diagrammen und grafischen Zeichnungen wird die Auswirkung von Variablen auf die Entscheidung dargestellt.

Eine Empfindlichkeitsanalyse kann auf viele verschiedene Weisen in Ihrem Entscheidungsmodell ausgeführt werden. Es kann nicht gesagt werden, dass eine Methode besser ist als die anderen, aber durch jede dieser Methoden erhalten Sie unterschiedliche Informationen über Ihr Modell. Dieses Kapitel befasst sich mit einigen dieser verschiedenen Arten von Empfindlichkeitsanalysen und dadurch generierten Diagramme.

Definition der Fachausdrücke

Bevor Sie sich mit den Einzelheiten der Empfindlichkeitsanalyse befassen, sollten Sie sich erst einmal mit einigen der in diesem Kapitel verwendeten Fachausdrücken vertraut machen:

- Eine **Eingabe** ist ein in Ihrem Entscheidungsmodell definierter Wert oder eine entsprechende Wahrscheinlichkeit
- Bei dem **Basisfallwert** einer Eingabe handelt es sich um die Zahl, die gleich bei Entwurf des Modells eingegeben wurde (meistens ist dies der wahrscheinlichste Wert)
- Der **Minimalwert** einer Eingabe ist der geringste Wert, den die Variable nach Ihrer Annahme möglicherweise haben könnte
- Der **Maximalwert** einer Eingabe ist der höchste Wert, den die Variable nach Ihrer Annahme möglicherweise haben könnte
- Bei der Anzahl der **Schritte** handelt es sich um die Anzahl der gleichmäßig verteilten Werte im gesamten Min-Max-Bereich, die während der Empfindlichkeitsanalyse getestet werden sollen

Einseitige Empfindlichkeitsanalyse

Durch die einseitige Empfindlichkeitsanalyse wird in einem Modell die Auswirkung einer einzelnen Eingabe of den erwarteten Wert untersucht. Bei diesem Wert kann es sich entweder um den Ablaufswert in Bezug auf ein Ereignis (deterministische Empfindlichkeitsanalyse) oder um eine Auftretenswahrscheinlichkeit (wahrscheinlichkeitstheoretische Empfindlichkeitsanalyse) handeln.

Definition einer Empfindlichkeits-eingabe

Vor Ausführung einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse müssen Sie entscheiden, welche Eingabe untersucht werden soll, und müssen Sie auch die obere und untere Begrenzung der Eingabe definieren. Es ist Ihre Aufgabe, einen angemessenen Minimal- und Maximalwert für die betreffende Eingabe auszuwählen.

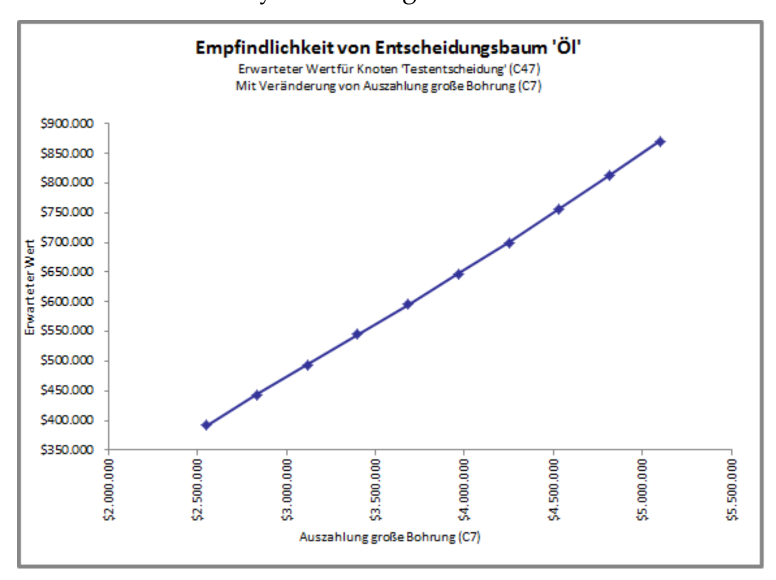
Zu Beginn der Empfindlichkeitsanalyse werden die Basisfallwerte aller Eingaben im Modell platziert und dann der erwartete Wert berechnet. Dieser Wert kann der Basisfall des Modells genannt werden. Es handelt sich dabei um den Wert, mit dem alle nachfolgenden Ergebnisse verglichen werden.

Während des Berechnungsvorgangs wird der Basisfallwert der Eingabe durch den Minimalwert ersetzt und dann eine neuer erwarteter Wert berechnet. Anschließend wird eine Reihe von Werten (angefangen mit dem Minimalwert bis hin zum Maximalwert) für die Eingabe eingesetzt und jeweils der erwartete Wert berechnet. Zum Schluss wird wieder der Originalwert für die Eingabe verwendet, und zwar um die Analyse einer anderen Eingabe vorzubereiten.

Beim Ausführen einer Empfindlichkeitsanalyse ist es wichtig, realistische Begrenzungen für die Eingaben zu definieren, um die Unbestimmtheit der Eingaben nicht aufzubauschen. Auch sollten Sie die Unbestimmtheit in Ihren Begrenzungen mit berücksichtigen.

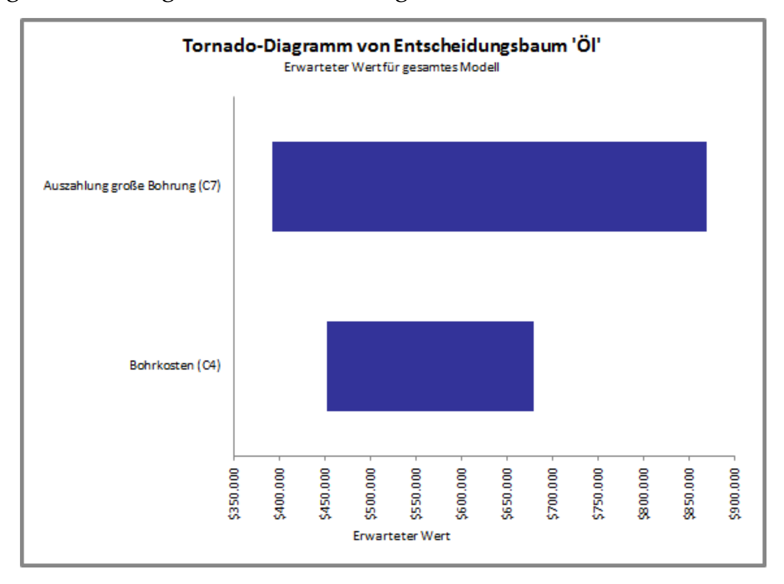
Einseitige Empfindlichkeitsdiagramme

Die Ergebnisse einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse können in einem einfachen Diagramm grafisch dargestellt werden. Der Wert der ausgewählten Eingabe kann in Form einer x-Achse und der erwartete Wert aus dem Modell als y-Achse dargestellt werden.



Tornado-Diagramme

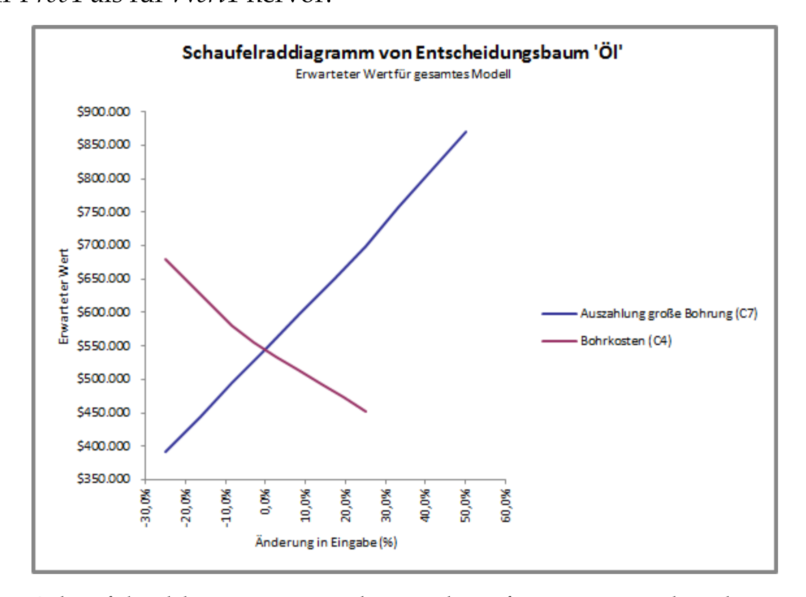
In einem Tornado-Diagramm werden die Ergebnisse aus mehreren Analysen miteinander verglichen. Die x-Achse besteht aus den einzelnen Berechnungen des erwarteten Wertes, kann aber auch in Form der prozentualen Änderung dargestellt werden. Für jede auf der x-Achse zu sehende Eingabe wird ein Diagrammbalken zwischen den Extremwerten des erwarteten Wertes gezeichnet, und zwar so, wie dieser Wert aus den unteren und oberen Begrenzungswert berechnet wurde. Die Eingabe mit dem größten Bereich (d.h. mit der größten Differenz zwischen dem Maximal- und dem Minimalwert) wird ganz oben im Diagramm dargestellt und die anderen Eingaben folgen entlang der abwärts führenden y-Achse in Reihenfolge des abnehmenden Bereichs. Der längste Balken im Diagramm entspricht der Eingabe mit der größten Auswirkung auf den erwarteten Wert.



Durch das Tornado-Diagramm sind die Eingaben zu erkennen, auf die genauer geachtet werden muss. Es handelt sich hierbei um die ganz oben im Diagramm dargestellten Eingaben. Mithilfe des Tornado-Diagramms kann die Auswirkung einer großen Anzahl von Eingaben sauber und übersichtlich veranschaulicht werden.

Schaufelraddiagramme

In einem Schaufelraddiagramm werden ebenfalls die Ergebnisse aus mehreren Analysen verglichen. Für jede Eingabe wird der Prozentualwert des Basisfalles auf der x-Achse und der erwartete Wert aus dem Modell auf der y-Achse grafisch dargestellt. Aus der Schräge der einzelnen Linien geht die relative Ergebnisänderung pro Einheitsänderung in der unabhängigen Eingabe hervor. Auch ist aus der Form der Kurve zu erkennen, ob eine lineare oder nicht lineare Beziehung vorhanden ist. In diesem Diagramm hat die Variation in *Wert1* die größte Gesamtauswirkung auf den erwarteten Wert, aber die einzelnen geänderten Einheiten in *Prob1* verursachen die größte Einheitsänderung im erwarteten Wert. Das geht aus der steileren Linie für *Prob1* als für *Wert1* hervor.



Aus Schaufelraddiagrammen gehen mehr Informationen über die einzelnen Eingaben hervor, als das in Tornado-Diagrammen der Fall ist. Schaufelraddiagramme zeigen z.B. angemessene Änderungsbegrenzungen für die einzelnen unabhängigen Eingaben und die Auswirkung dieser Änderungen auf das Ergebnis. Wenn der Entscheidungsträger sich nur auf Tornado-Diagramme verlässt, könnte das Risiko u.U. sehr proportional aussehen, während aber die Schrägen in Schaufelraddiagrammen evtl. unproportionale Änderungen in den Ergebnissen erkennen lassen.

In einem Schaufelraddiagramm sollten nicht mehr als sieben Eingaben verwendet werden. Es wird sogar empfohlen, nur maximal fünf Eingaben zu verwenden, um Überladungen zu vermeiden. Falls Ihre Empfindlichkeitsanalyse sehr viele Eingaben enthält, sollten Sie diese erst einmal in einem Tornado-Diagramm grafisch darstellen lassen, um festzustellen, welche Eingaben die größte Auswirkung haben. Anschließend sollten Sie dann nur diese Eingaben für Ihr Schaufelraddiagramm verwenden.

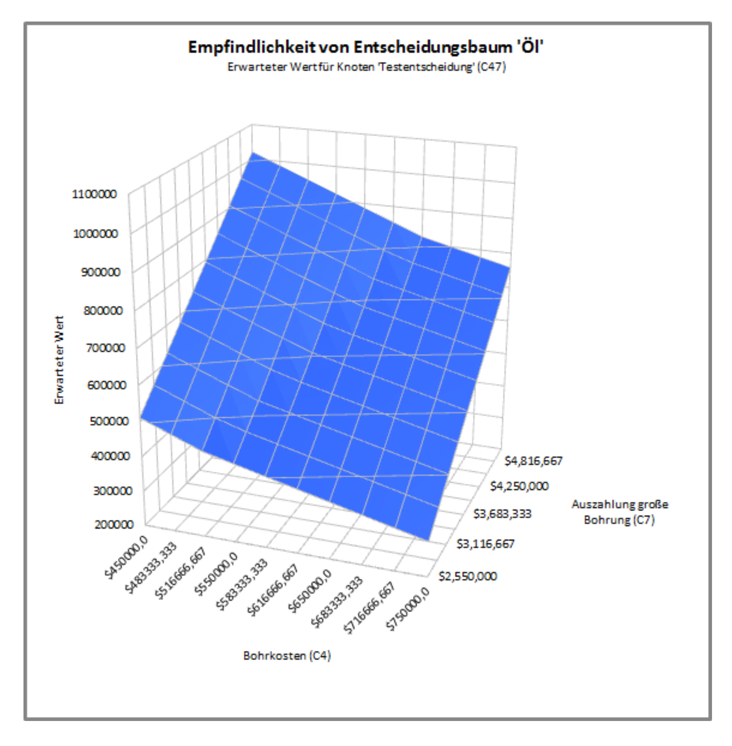
Zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse

Durch die zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse wird die Auswirkung von zwei Eingaben auf ein Entscheidungsmodell untersucht. Gewöhnlich werden dazu die beiden wichtigsten Eingaben verwendet.

Definition der Empfindlichkeits-eingaben

Während der Berechnung werden alle möglichen Wertkombinationen für die beiden Eingaben erstellt und in den Eingabezellen platziert. Für die einzelnen Kombinationen wird dann jeweils der sich für das Modell ergebende berechnete Wert gespeichert.

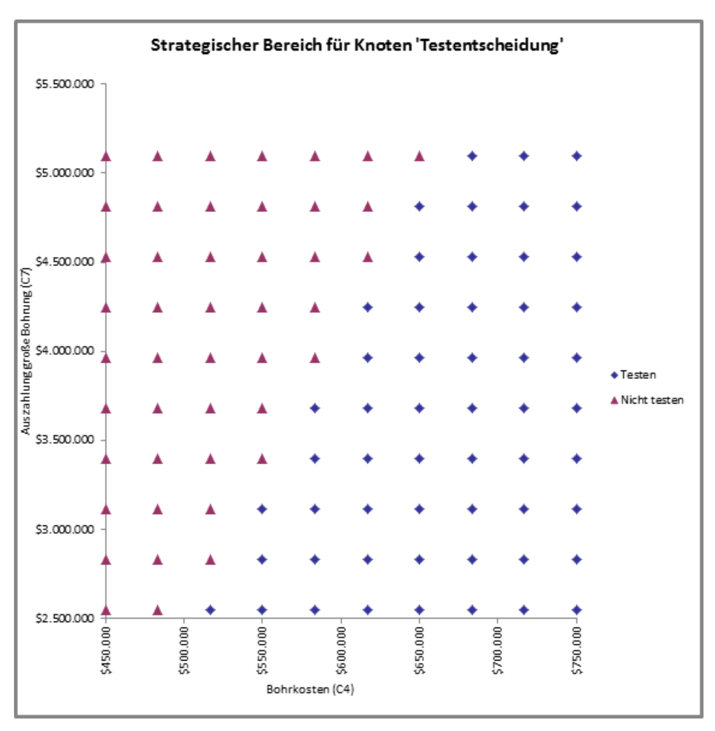
Die Ergebnisse einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse können in einem 3D-Diagramm grafisch dargestellt werden. Der Wert der ersten Eingabe wird auf der x-Achse und der Wert der zweiten Eingabe auf der y-Achse grafisch dargestellt. Der Wert des Entscheidungsmodells ist dann auf der z-Achse zu sehen. Die durch die zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse berechneten Punkte werden in einem Punktdiagramm dargestellt und dann in Form einer Fläche miteinander verbunden.



Strategische Bereichsdiagramme

Durch diese Diagramme werden Bereiche angezeigt, in denen unterschiedliche Entscheidungen die optimal gegebenen Änderungen in zwei ausgewählten Eingaben darstellen. Der Wert der ersten Eingabe wird auf der x-Achse und der Wert der zweiten Eingabe auf der y-Achse grafisch dargestellt. Das strategische Bereichsdiagramm ist so ähnlich wie das zweiseitige Empfindlichkeitsdiagramm, aber das Diagramm zeigt jetzt die Bereiche, in denen die einzelnen möglichen Entscheidungen optimal sind. Ihre Entscheidung, sich selbstständig zu machen oder Ihr Geld „sicher" anzulegen, hängt vielleicht von den erwarteten Verkäufen oder den Kosten des Rohmaterials ab.

Wenn ein Entscheidungsknoten als die Ausgabe einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse ausgewählt wird, kann ein strategisches Bereichsdiagramm erstellt werden. Die optimale Entscheidung, die bei jeder während der Empfindlichkeitsanalyse getesteten Eingabeeingabenkombination getroffen wurde, wird dann grafisch dargestellt.



Aus diesem Diagramm geht hervor, ob getestet oder nicht getestet werden sollte. Durch Betrachtung der möglichen Wertkombinationen für die zwei Eingabeeingaben können Sie erkennen, welche Entscheidung bei verschiedenen möglichen Eingabewerten optimal ist.

Kapitel 3: Überblick über PrecisionTree



Einführung

In diesem Kapitel wird das **PrecisionTree**-Programm und der Vorgang beschrieben, durch den ein Entscheidungsbaum mithilfe von PrecisionTree und Excel eingerichtet wird. Das Kapitel ist in folgende Abschnitte unterteilt:

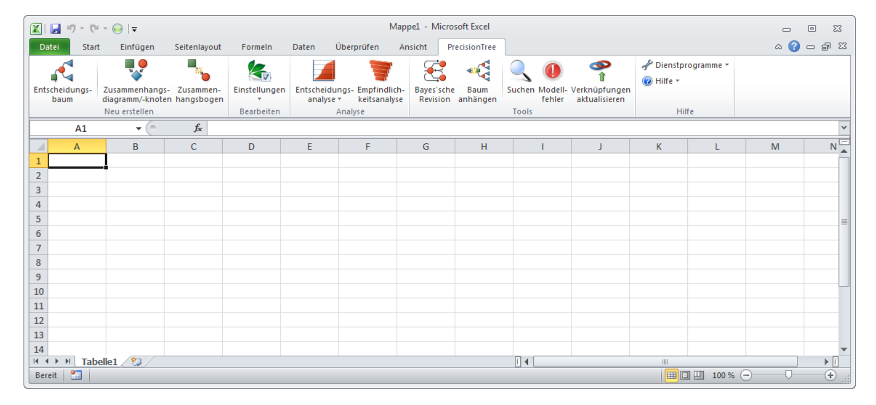
- **Schneller Überblick über PrecisionTree** – kurze Beschreibung eines Entscheidungsbaums in PrecisionTree und der Ergebnisse einer Entscheidungsanalyse
- **Einrichtung eines Entscheidungsbaums** – Schnellstartschritte zum Erstellen eines Entscheidungsbaums
- **Einrichtung eines Zusammenhangsdiagramms** – Schnellschritte zum Erstellen eines Zusammenhangsdiagramms
- **Ausführung einer Entscheidungsanalyse** – Überblick über das Ausführen einer Entscheidungs- und Empfindlichkeitsanalyse
- **Erweiterte Funktionen** – Überblick über zusätzliche Funktionen in PrecisionTree, mit deren Hilfe die Entscheidungsmodelle erstellt werden können

Schneller Überblick über PrecisionTree

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über PrecisionTree und die Ergebnisse einer Entscheidungsanalyse gegeben. Es wird gezeigt, wie ein einfacher Entscheidungsbaum in einer Excel-Kalkulationstabelle aussieht und welche Arten von Berichten und Diagrammen durch PrecisionTree erstellt werden.

Symbolleiste und Menü in PrecisionTree

Durch PrecisionTree erhält die Microsoft Excel-Kalkulationstabelle noch zusätzliche analytische Fähigkeiten, und zwar mithilfe der Entscheidungsanalyse unter Verwendung von Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen. In PrecisionTree wird sowohl mit einer Symbolleiste als auch mit Menübefehlen gearbeitet.



In Excel 2003 wird durch PrecisionTree das neue Menü „PrecisionTree“ in der Excel-Menüleiste erstellt. Dieses Menü enthält Befehle, über die Entscheidungsbäume und Zusammenhangsdiagramme entworfen und analysiert werden können. Die PrecisionTree-Symbolleiste enthält Symbole, über die mühelos auf die PrecisionTree-Menübefehle zugegriffen werden kann. In Excel 2007 sind alle Befehle über die PrecisionTree-Befehlsleiste verfügbar.

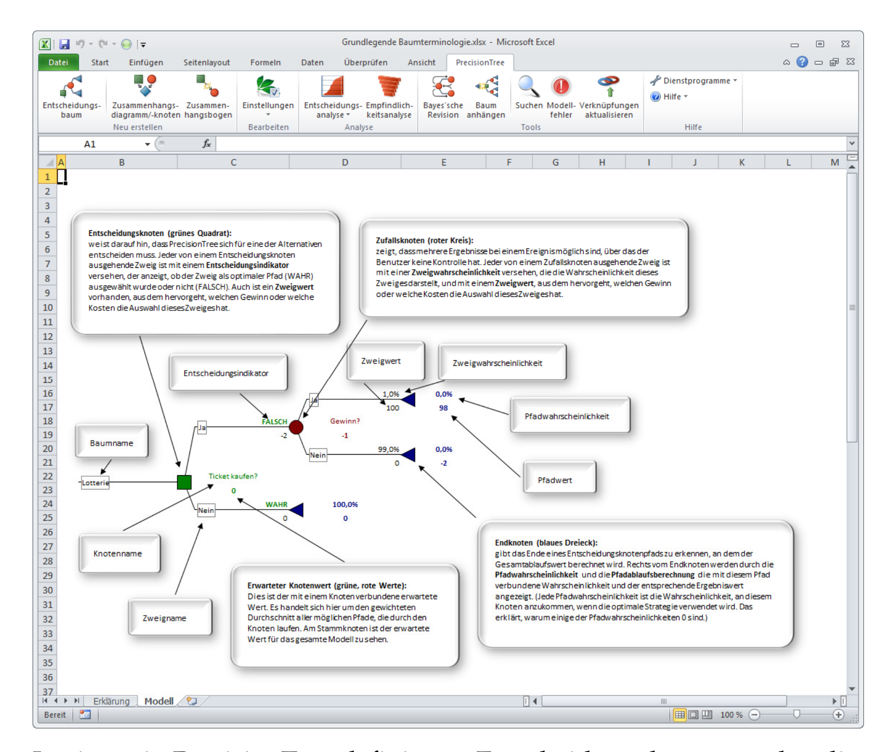
Die Symbolleiste und Befehle in dem Menü werden dazu verwendet, „Add-In“-Auswahlen in der Kalkulationstabelle vorzunehmen. Entscheidungsbäume und Zusammenhangsdiagramme werden direkt in der Kalkulationstabelle konstruiert und alle PrecisionTree-Ergebnisse und -Diagramme werden zum Zwecke der weiteren Anpassung und Darstellung in Form von Excel-Tabellen oder -Kalkulationstabellen erstellt.

Knotendefinition

Mithilfe von PrecisionTree werden die Knoten eines Zusammenhangsdiagramms oder Entscheidungsbaums direkt in Ihrer Kalkulationstabelle definiert. Bei einem Entscheidungsbaum können die Wahrscheinlichkeiten und Werte, die mit den vom Knoten ausgehenden Zweigen verbunden sind, direkt in die Zellen der Kalkulationstabelle neben den einzelnen Zweigen eingegeben werden. Jeder Knoten gibt einen Wert zurück, der den erwarteten Wert oder die dem Entscheidungsmodell entsprechende Gewissheit am Knoten darstellt. Bei einem Zusammenhangsdiagramm werden die mit den möglichen Ergebnissen für einen Knoten zusammenhängenden Wahrscheinlichkeiten und Werte in eine Wertetabelle eingegeben, die bei Auswahl des Knotens angezeigt wird. Diese Tabelle ist eine standardmäßige Excel-Kalkulationstabelle mit Zellen, Zeilen und Spalten.

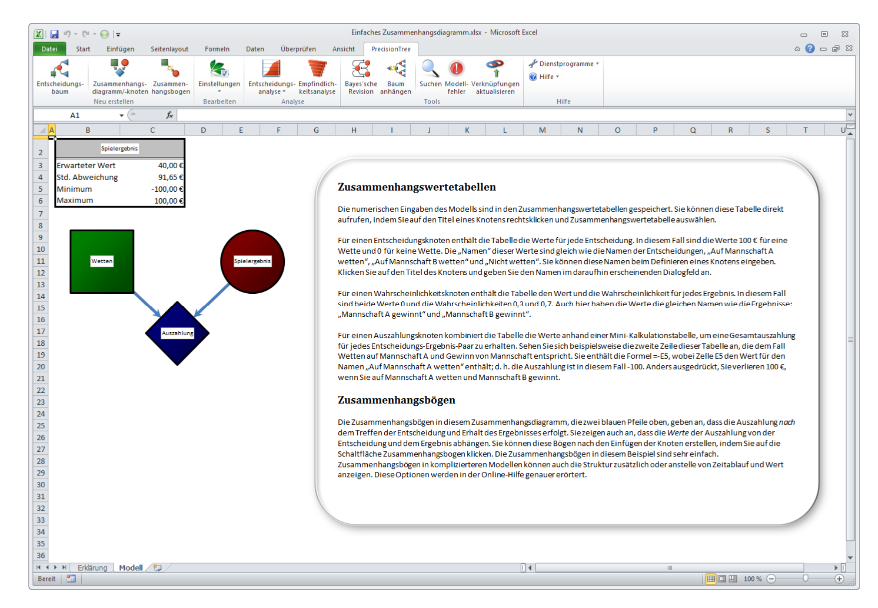
PrecisionTree bietet Ihnen eine mühelos zu benutzende Schnittstelle, über die die Knoten automatisch in die Kalkulationstabelle eingegeben werden können. Sobald mit dem Entscheidungsbaum begonnen wurde, können Knoten bearbeitet oder hinzugefügt werden, indem Sie einfach in Ihrem Arbeitsblatt auf die entsprechenden Knotensymbole klicken. Durch Klicken mit der linken Maustaste auf einen Knoten, werden dessen Einstellungen angezeigt. Wenn Sie dagegen mit der rechten Maustaste auf den Knoten klicken, wird das Menü **PrecisionTree** mit zusätzlich zu verwendenden Befehlen eingeblendet. Auch können Zusammenhangsdiagrammknoten hinzugefügt werden, indem Sie in der Symbolleiste auf das Symbol für **Neuen Zusammenhangsdiagrammknoten erstellen** klicken.

In PrecisionTree definierter Entscheidungsbaum



In einem in PrecisionTree definierten Entscheidungsbaum werden die Entscheidungsknoten durch grüne Quadrate, Zufallsknoten durch rote Kreise und Endknoten durch blaue Dreiecke dargestellt. Neben den einzelnen Knotensymbolen ist jeweils der Knotenname und der Entscheidungsbaumwert an diesem Knoten zu sehen. Jeder Zweig hat eine Bezeichnung und zwei Werte, die in der Zelle oberhalb und unterhalb des Zweiges zu sehen sind. Bei einem Zufallsknoten handelt es sich bei den beiden Werten um Wahrscheinlichkeit und Wert des betreffenden Zweiges. Bei einem Entscheidungsknoten ist in der Zelle oberhalb der einzelnen Zweige der Wert WAHR oder FALSCH zu sehen, woraus hervorgeht, ob der Zweig als optimaler Pfad gewählt wurde oder nicht. Die Zelle unterhalb des Zweiges enthält den Zweigwert. Bei einem Endknoten sind ebenfalls zwei Werte zu sehen, d.h. ein Wert für die Wahrscheinlichkeit, dass der Pfad durch den Baum tatsächlich stattfinden wird, und ein Wert für den Fall, dass der Pfad sich in der Tat ereignet.

In PrecisionTree definiertes Zusammenhangsdiagramm



In einem in PrecisionTree definierten Zusammenhangsdiagramm werden die Entscheidungsknoten durch grüne Quadrate, die Zufallsknoten durch rote Kreise, die Berechnungsknoten durch blaue, gerundete Rechtecke und die Auszahlungsknoten durch blaue Rauten dargestellt. Der Name der einzelnen Knoten ist jeweils im Knotensymbol zu sehen. Durch Klicken auf das Knotensymbol können Sie die Ergebnisse für den betreffenden Knoten und die zugehörigen Werte eingeben oder bearbeiten. Zwischen den Knoten sind die Zusammenhangsbögen in Form von Pfeilen zu sehen. Durch Klicken auf einen Bogen können verschiedene Arten des Zusammenhangs zwischen den Knoten eingegeben werden.

In einem Entscheidungsbaum oder Zusammenhangsdiagramm zu sehende Ergebnisse

In PrecisionTree kann ein Satz von Ergebnissen für das Entscheidungsmodell in Ihrer Kalkulationstabelle in Echtzeit angezeigt werden. Mit anderen Worten, wenn Sie Werte in das Modell eingeben oder im Modell bearbeiten, ändern sich die Ergebnisse sofort dementsprechend. Der erwartete Wert für einen Entscheidungsbaum erscheint am Stammzweig des Baums oder oben links im Arbeitsblatt, wenn es sich um ein Zusammenhangsdiagramm handelt. Genau wie bei anderen Tabellenkalkulationsmodellen können Sie auch hier einen Wert im Modell ändern und sofort die Auswirkung auf die Ergebnisse sehen. Bei Ausführung einer vollständigen Entscheidungsanalyse werden diese Echtzeitergebnisse durch zusätzliche Berichte und Diagramme aus dem Modell ergänzt.

Ausführung einer Entscheidungsanalyse

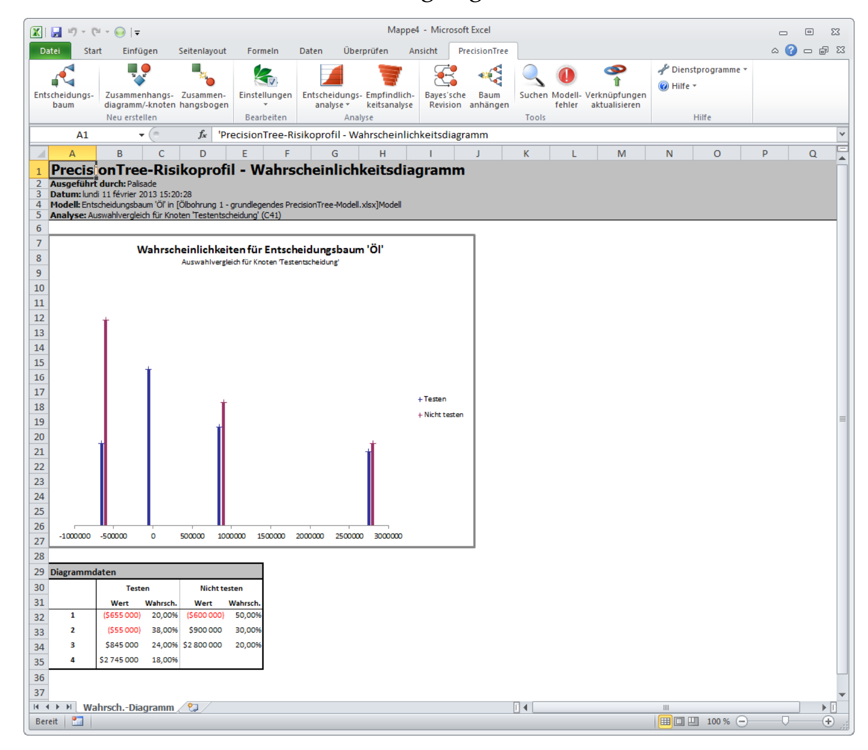
Sobald ein Entscheidungsmodell unter Verwendung eines Entscheidungsbaums oder eines Zusammenhangsdiagramms definiert worden ist, kann eine Entscheidungsanalyse ausgeführt werden. Durch die Entscheidungsanalyse wird der Optimalpfad durch den Entscheidungsbaum oder das Zusammenhangsdiagramm gefunden und werden dann die möglichen Ergebnisse auf diesem Pfad berechnet.

Um eine Analyse auszuführen, müssen Sie im Untermenü **Entscheidungsanalyse** des Menüs **PrecisionTree** den Befehl **Risikoprofil** oder **Richtlinienvorschlag** wählen bzw. in der PrecisionTree-Symbolleiste auf das Symbol für **Entscheidungsanalyse** klicken. Wählen Sie anschließend dann den Entscheidungsbaum oder das Zusammenhangsdiagramm (bzw. den Startknoten in dem Unterbaum) aus, der oder das analysiert werden soll. Weitere Informationen über das Ausführen einer Entscheidungsanalyse sind unter **Überblick über die Entscheidungsanalyse** zu finden.

Ergebnisse der Entscheidungsanalyse

In PrecisionTree enthalten die Ergebnisse der Entscheidungsanalyse eine Verteilung der möglichen Ergebnisse für Ihr Modell. Diese Ergebnisverteilung wird „Risikoprofil“ genannt. Außerdem wird in PrecisionTree der optimale Pfad durch das Modell festgestellt, um einen Richtlinienvorschlag zu erstellen. Diese Ergebnisse werden in Excel-Arbeitsblättern und -Tabellen dargelegt.

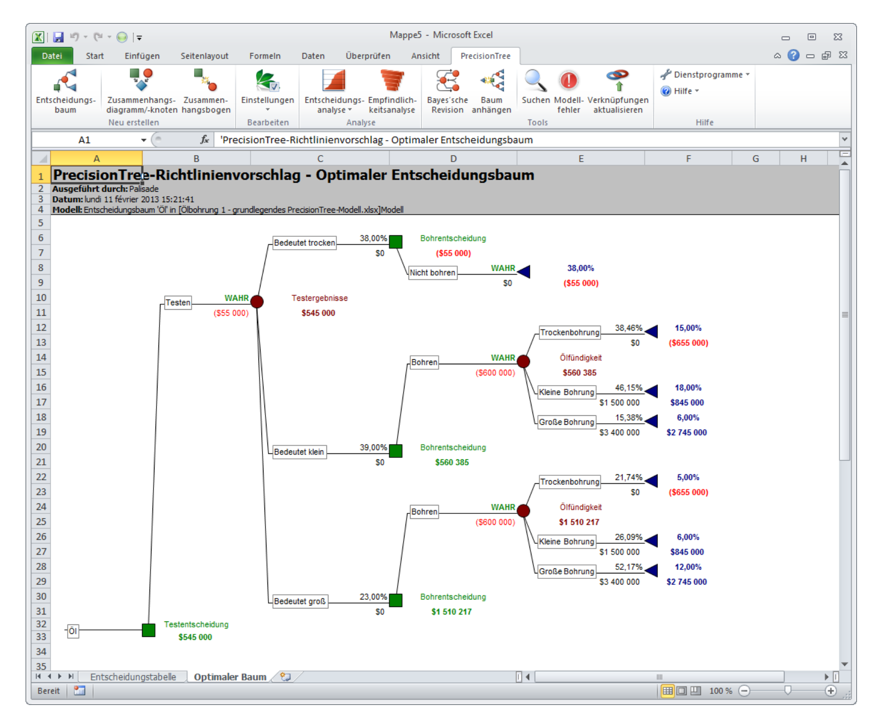
Typisches Risikoprofil-Diagramm



	Testen		Nicht testen	
	Wert	Wahrsch.	Wert	Wahrsch.
1	($655 000)	20,00%	($600 000)	50,00%
2	($55 000)	38,00%	$900 000	30,00%
3	$845 000	24,00%	$2 800 000	20,00%
4	$2 745 000	18,00%		

Ein Risikoprofil besteht aus einer Verteilungsfunktion, durch die die Unbestimmtheit beschrieben wird, die mit jedem möglichen Ergebnis in Ihrem Entscheidungsmodell verbunden ist. Durch das Risikoprofil wird die Unbestimmtheit Ihrer Entscheidung grafisch dargestellt, und zwar mithilfe eines Häufigkeits- oder Summenhäufigkeitsdiagramms (diese Informationen sind aber auch im Statistikbericht zu finden).

Typischer Richtlinienvorschlag



PrecisionTree bietet Ihnen für den Entscheidungsbaum auch einen Richtlinienvorschlagsbericht, um zu zeigen, welche Option an den einzelnen Knoten ausgewählt wurde. Dieser Bericht, bei dem es sich um eine erweiterte Version des Entscheidungsbaums handelt, ist direkt in einer Kalkulationstabelle zu sehen, und zwar mit entsprechend markiertem Optimalpfad. Auch der erwartete Wert der einzelnen Knoten ist angezeigt.

Ebenfalls ist eine Entscheidungstabelle für Richtlinienvorschläge in PrecisionTree verfügbar, durch die die optimale Auswahl identifiziert wird, die an jedem angetroffenen Entscheidungsknoten auf dem optimalen Pfad getroffen werden kann. Des Weiteren sind in dieser Tabelle andere Informationen vorhanden, wie z.B. die Auftretenswahrscheinlichkeit und der Vorteil der richtigen Auswahl.

Ausführung einer Empfindlichkeitsanalyse

Vielleicht fragen Sie sich, wie viel sich ein Wert in Ihrem Modell eigentlich auf das Entscheidungsergebnis auswirkt. Um wie viel ändert sich beispielsweise der erwartete Wert in einem Modell, wenn sich einer der Ablaufswerte erhöht? Durch die Empfindlichkeitsanalyse ist zu sehen, wie „empfindlich“ Ihr Modell gegenüber Änderungen in bestimmten Eingaben ist.

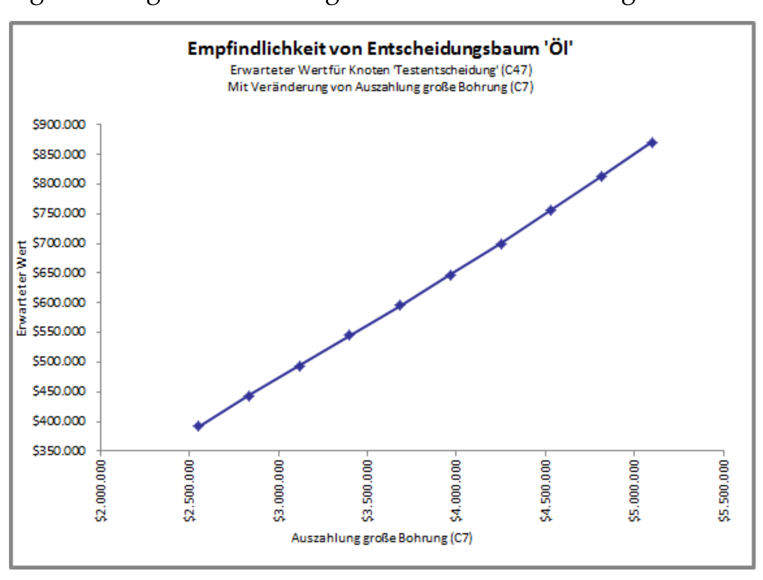
In PrecisionTree kann sowohl eine einseitige als auch eine zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse ausgeführt werden. Durch die einseitige Analyse wird lediglich eine Eingabe zur Zeit und durch die zweiseitige Analyse eine Kombination aus zwei Eingaben in Bezug auf Auswirkung auf das Ergebnis analysiert. Wählen Sie im Menü **PrecisionTree** den Befehl **Empfindlichkeitsanalyse**, um die Analyse auszuführen. PrecisionTree fordert Sie auf, die zu ändernde Ausgabe und Zelle einzugeben. Weitere Informationen über das Ausführen einer Empfindlichkeitsanalyse sind unter **Überblick über die Empfindlichkeitsanalyse** zu finden.

Ergebnisse der Empfindlichkeitsanalyse

Die Ergebnisse der PrecisionTree-Empfindlichkeitsanalyse werden in Excel-Tabellen grafisch dargestellt. Durch PrecisionTree werden Tornado-, Schaufelrad- sowie strategische Bereichsdiagramme und noch viele mehr erstellt. Durch diese Diagramme können Sie erkennen, wie wichtig eine Eingabe für das Ergebnis Ihrer Entscheidung ist.



Typische einseitiges Empfindlichkeits-diagramm



Einrichtung eines Entscheidungsbaums

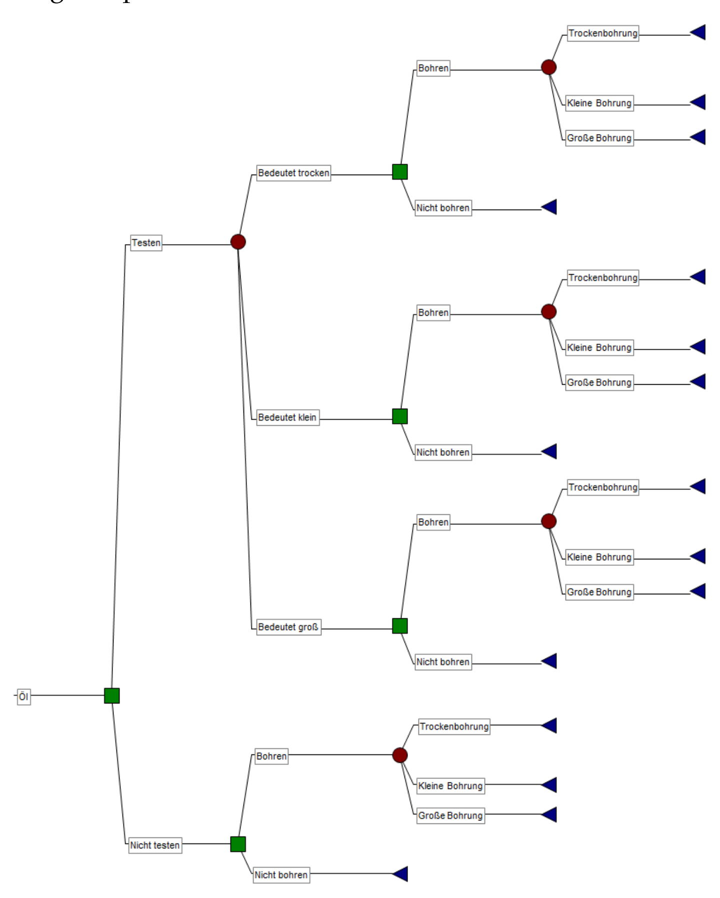
In diesem Abschnitt wird eine detailliertere Beschreibung darüber gegeben, wie ein Entscheidungsbaum unter Verwendung von PrecisionTree in Excel eingerichtet wird. Es wird gezeigt, wie ein Entscheidungsbaum durch das Definieren von Knoten und Zweigen erstellt werden kann.

Um ein Entscheidungsbaummodell zu definieren, müssen Sie die Befehle im Menü **PrecisionTree** oder in der PrecisionTree-Symbolleiste verwenden. Falls Sie mit Entscheidungsbäumen noch nicht vertraut sind, sollten Sie zuerst den Abschnitt **Überblick über die Entscheidungsanalyse** lesen. In diesem Abschnitt wird davon ausgegangen, dass Sie mit den grundlegenden Konzepten und Techniken in einer Entscheidungsanalyse gut auskennen.

Entscheidungsdefinition

Um einen Entscheidungsbaum zu konstruieren, müssen Sie die Ereignisse definieren, um die es in Ihrer Entscheidung eigentlich geht. In einem Entscheidungsbaum laufen die Ereignisse in chronologischer Reihenfolge ab. Mit anderen Worten, dieser Vorgang ist hier anders als in Zusammenhangsdiagrammen.

Angenommen, wird haben es mit folgendem klassischen Ölbohrungsbeispiel zu tun:



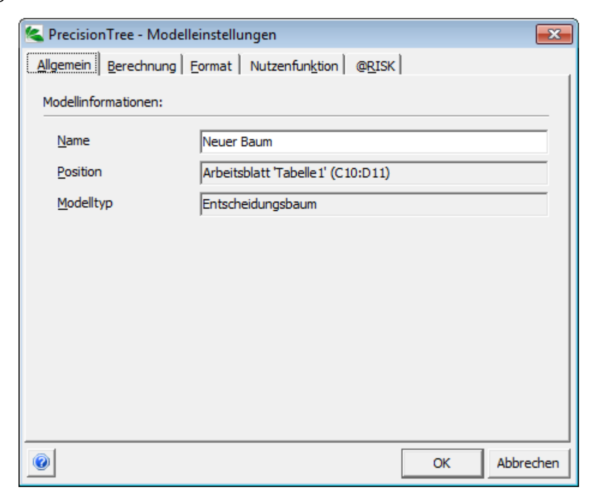
Zuerst müssen wir entscheiden, ob geologische Tests an der voraussichtlichen Bohrstelle ausgeführt werden sollen. Je nach Testergebnissen muss anschließend entschieden werden, ob nach Öl gebohrt werden soll. Das letzte Zufallsereignis ist dann das tatsächlich gefundene Ölvorkommen. In den drei aufeinander folgenden Schritten (von links nach rechts) wird die Testentscheidung immer vor der Bohrentscheidung vorgenommen.

Erstellung eines neuen Entscheidungsbaums

Um mithilfe von PrecisionTree einen neuen Entscheidungsbaum zu erstellen, muss zuerst im Menü **PrecisionTree** unter **Neu** der Befehl **Entscheidungsbaum** gewählt werden. Sie können aber auch in der PrecisionTree-Symbolleiste einfach auf das Symbol für **Neuen Entscheidungsbaum erstellen** klicken. Im Falle unseres Ölbohrungsbeispiels müssen Sie einen standardmäßigen Summenentscheidungsbaum erstellen. In PrecisionTree können Sie auch einen verknüpften Baum erstellen, bei dem die Werte der Zweige in der Kalkulationstabelle mit einem Modell verknüpft sind, oder einen Formelbaum, bei dem der Ablaufswert für jeden Pfad im Baum durch Berechnung einer benutzerdefinierten Formel bestimmt wird.

Benennung des Entscheidungs-baums

Durch Klicken auf das Symbol für **Neuen Entscheidungsbaum erstellen** wird ein Zweig erstellt, der den Stamm oder den Beginn Ihres Baums darstellt, und zwar an einer von Ihnen ausgewählten Stelle im Arbeitsblatt. Es wird dann das Dialogfeld **Modelleinstellungen** angezeigt, in dem der Name dieses neuen Baums nebst zugehörigen Einstellungen zu sehen ist.

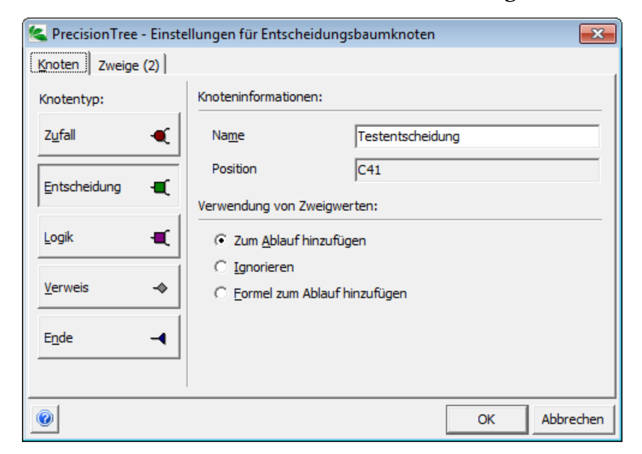


Wir wollen diesem Entscheidungsbaum den Namen „Ölbohrung“ geben. Ändern Sie den Namen entsprechend und klicken Sie dann auf OK.

Erstellung eines Entscheidungsknotens

Ein Entscheidungsknoten stellt ein Ereignis dar, bei dem der Entscheidungsträger eine von mehreren Optionen auswählen muss. Sie erstellen einen neuen Entscheidungsknoten, indem Sie auf das blaue Dreieck klicken, bei dem es sich um den Endknoten handelt, der bei Erstellung des neuen Entscheidungsbaums entstand. Durch Klicken auf einen Knoten können Sie dessen Definition bearbeiten. In diesem Fall machen wir aus dem Endknoten einen Entscheidungsknoten.

***Dialogfeld* Knoten-einstellungen**



Durch Klicken auf das Symbol für **Entscheidungsknoten** (das grüne Quadrat) im Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** wird der Endknoten in einen Entscheidungsknoten geändert. Für unser Ölbohrungsbeispiel stellt ein Entscheidungsknoten mit zwei möglichen Ergebnissen (*Testen* und *Nicht testen*) unsere anfängliche Entscheidung dar.

In diesem Beispiel hat der Entscheidungsknoten den Namen *Testentscheidung*. Von diesem Knoten gehen zwei Zweige (oder Entscheidungsoptionen) aus. Nach Eingabe des Knotennamens und Klicken auf OK erstellt PrecisionTree in der Kalkulationstabelle einen neuen Entscheidungsknoten. Dieser Knoten hat zwei Zweige, die standardmäßig *Zweig1* und *Zweig2* genannt werden.

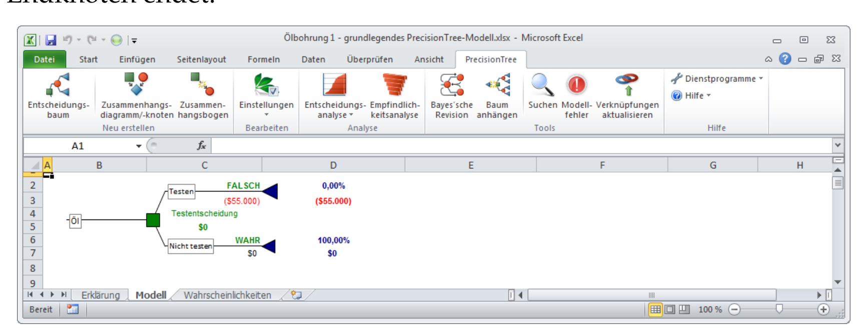
Eingabe der Zweignamen und Zweigwerte

Für jeden von einem Entscheidungsknoten ausgehenden Zweig gibt es eine Bezeichnung und einen Wert. In PrecisionTree werden die Bezeichnungen, Werte und Wahrscheinlichkeiten für alle in einem Entscheidungsbaum befindlichen Knoten und Zweige direkt in das Excel-Arbeitsblatt eingegeben. Für den Entscheidungsknoten *Testentscheidung* haben wir die beiden Zweige *Testen* und *Nicht testen*. Diese Bezeichnungen werden direkt in die Kalkulationstabelle eingegeben, und zwar wird der Standardname *Neuer Zweig* jeweils durch den tatsächlichen Namen des Zweiges ersetzt, indem auf den Namen geklickt wird. Sie können die Namen aber auch einfach im Dialogfeld **Knoteneinstellungen** auf der Registerkarte **Zweige** eingeben.

Für jeden vom Entscheidungsknoten ausgehenden Zweig wird ebenfalls ein Wert benötigt. Da das Testen $ 55.000 kostet, wird für den Zweig *Testen* ein Wert von -55000 eingesetzt. Wenn wir *Nicht testen* wählen, ist der Wert gleich 0, da mit dieser Option keine Kosten verbunden sind. Sie geben diese Werte direkt in die Kalkulationstabelle ein, und zwar in die Zelle unterhalb des Zweignamens. Das ist die Zelle, in der sich der standardmäßige Zweigwert 0 befindet. Sie können den Wert für die einzelnen Zweige aber auch einfach im Dialogfeld **Knoteneinstellungen** auf der Registerkarte **Zweige** eingeben.

Da sich aus dieser Entscheidung zwei Ergebnisse ergeben, gehen vom Knoten rechts zwei Zweige aus, und zwar führen diese Zweig jeweils zu einem Endknoten. Jeder Endknoten wird durch ein blaues Dreieck dargestellt. Diese Endknoten zeigen den Wert und die Wahrscheinlichkeit des durch den Baum laufenden Pfades, der am Endknoten endet.

Testentscheidung



Alle Knoten geben den erwarteten Wert oder die dem Knoten entsprechende Bestimmtheit zurück. Dieser Wert ist in der Zelle unterhalb des Knotennamens zu sehen. Die zum Berechnen dieser Werte verwendete Methode hängt von den Standardeinstellungen für das Modell ab.

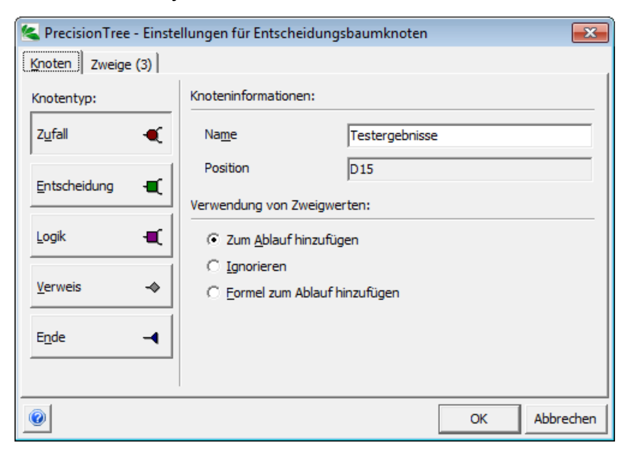
Jeder von einem Entscheidungsknoten ausgehende Zweig ist mit einem Entscheidungsindikator.für WAHR und FALSCH versehen. Wenn ein Zweig als optimaler Pfad ausgewählt ist, wird WAHR angezeigt. Für nicht ausgewählte Zweige wird dagegen FALSCH angezeigt.

Hinweis: Für einen Zweig eines Entscheidungsknotens wird der Indikator WAHR angezeigt, wenn dieses der ausgewählte Zweig oder die Entscheidungsoption mit dem optimalen Pfadwert ist. Wenn mehrere Zweige den optimalen Pfadwert zeigen (d.h., wenn die Pfade aus zwei Zweigen den gleichen erwarteten Wert oder Nutzwert haben), wird dem obersten Zweig nachgegangen und für diesen der Indikator WAHR angezeigt.

Erstellung eines Zufallsknotens

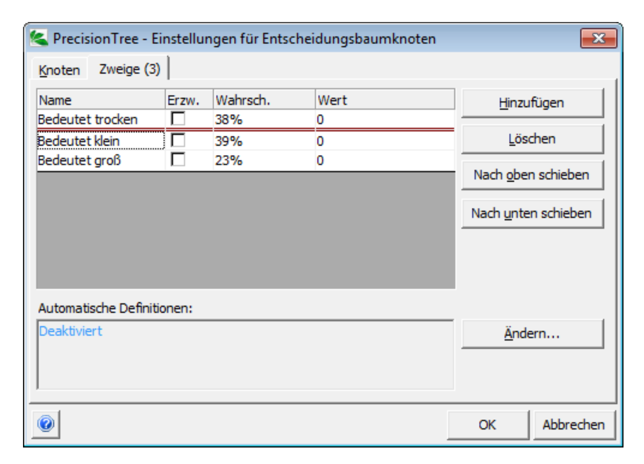
Ein Zufallsknoten bezieht sich auf ein Ereignis, das möglicherweise zu mehreren Ergebnissen führen kann, auf die der Entscheidungsträger keinen Einfluss hat. Sobald die Entscheidung getroffen ist, dass getestet werden soll, wird ein Zufallsknoten dazu verwendet, die Testergebnisse zu definieren (d.h., die Ölfündigkeit vorauszusagen). Dieser Knoten sollte sich rechts vom Testergebnis befinden und den vorhandenen Endknoten ersetzen.

Um den Endknoten durch einen Zufallsknoten zu ersetzen, müssen Sie auf den zu ersetzenden Endknoten klicken, wodurch dann das Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** angezeigt wird. Klicken Sie anschließend unter **Knotentyp** auf das Symbol für **Zufallsknoten**. Dieses Symbol besteht aus einem roten Kreis.



Eingabe von Zweignamen, Werten und Wahrscheinlichkeiten für einen Zufallsknoten

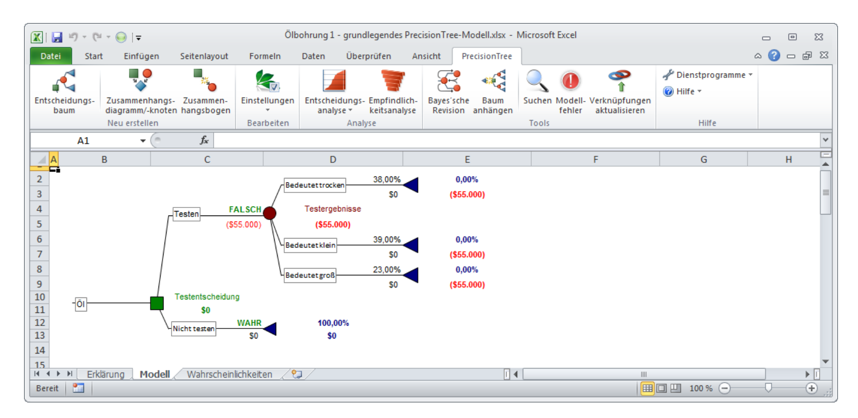
Von diesem Knoten gehen drei Zweige (oder mögliche Ergebnisse) aus. Für jeden von einem Zufallsknoten ausgehenden Zweig gibt es eine Bezeichnung, einen Wert und eine Wahrscheinlichkeit. Für den Zufallsknoten **Testen** sind drei Ergebnisse möglich: *bedeutet trocken, bedeutet klein* oder *bedeutet groß*. Verwenden Sie im Dialogfeld **Knoteneinstellungen für Entscheidungsbaum** die Registerkarte Zweige, um diese Ergebnisse einzugeben. Sie können die Bezeichnungen und Wahrscheinlichkeiten für einen Zufallsknoten aber auch direkt in Ihre Kalkulationstabelle eingeben, wie das bei dem Entscheidungsknoten geschehen ist. Klicken Sie zuerst auf **Hinzufügen**, um einen neuen Zweig hinzuzufügen. Anschließend müssen Sie dann die Wahrscheinlichkeit für die drei Ergebnisse einstellen, und zwar auf 38%, 39% und 23%.



Diese Werte werden direkt auf der Registerkarte **Zweige** eingegeben. In diesem Fall ergeben die Zweigwahrscheinlichkeiten insgesamt 100 %. Sie können wählen, ob für PrecisionTree immer Zweigwahrscheinlichkeiten von insgesamt 100 % erforderlich sein sollen, oder ob die Zweigwahrscheinlichkeiten automatisch normiert werden sollen, und zwar im Dialogfeld **Modelleinstellungen** über die Option **Zufallswahrscheinlichkeiten** auf der Registerkarte **Berechnung**.

Klicken Sie auf OK, wodurch dann der neue Zufallsknoten nebst den drei Zweigen in der Kalkulationstabelle angezeigt wird.

Position von Werten und Bezeichnungen im Entscheidungsbaum

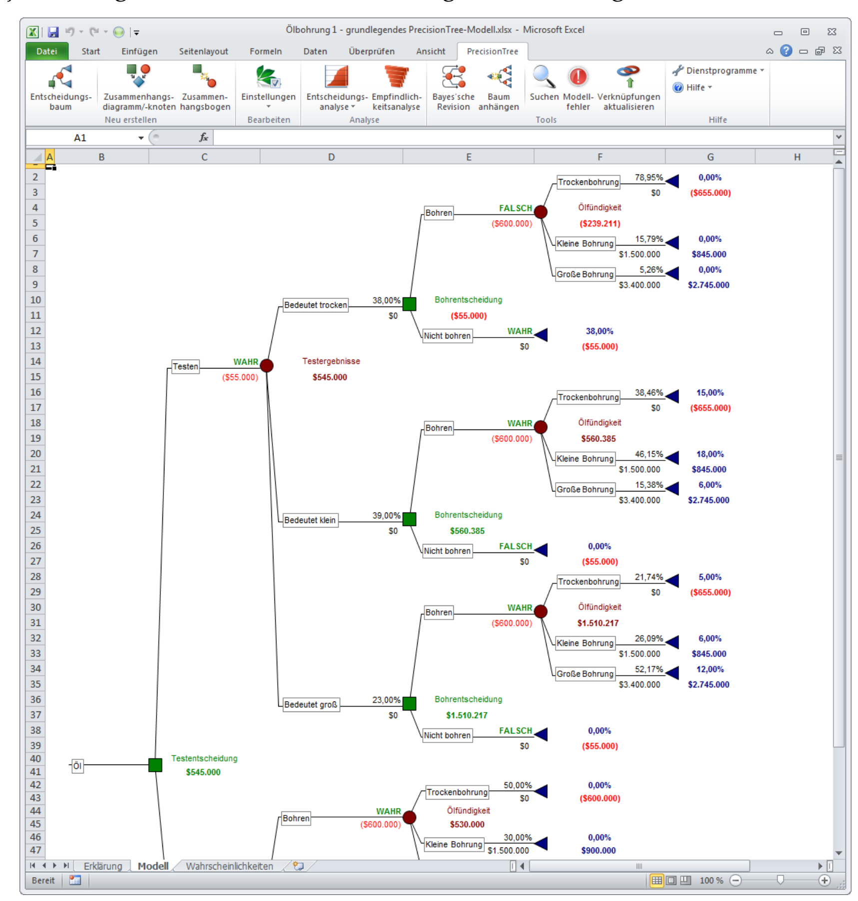


Vorstehend ist das durch PrecisionTree gezeichnete Layout des Entscheidungsbaums. In der Zelle neben den einzelnen Knoten ist jeweils der Name des Knotens und auch der erwartete Wert zu sehen. Die Namen, Werte und Wahrscheinlichkeiten der Zweige der einzelnen Knoten sind jeweils neben den betreffenden Zweigen angezeigt. Sie können diese Werte und Bezeichnungen direkt in der Kalkulationstabelle bearbeiten, falls Sie die Definition eines Zweiges ändern möchten.

Fertigstellung des Entscheidungsbaums

Mithilfe der vorstehend beschriebenen Methoden kann die gesamte Entscheidung definiert werden. In unserem Ölbohrungsbeispiel folgt jedem Ergebnis die Bohrentscheidung und Ölfündigkeit.

Vollständiger Entscheidungsbaum für Ölbohrung



Auf dem vorstehenden Bildschirm ist der vollständige Entscheidungsbaum für die Ölbohrung zu sehen. In dem Entscheidungsbaum sind am Ende der einzelnen Pfade die Endknoten zu sehen. Der Ablaufswert und die Wahrscheinlichkeit jedes im Baum befindlichen Pfades werden durch die Endknoten zurückgegeben. In diesem Beispiel hängt der zurückgegebene Ablaufswert von den Kosten des Bohrtests, den eigentlichen Ölbohrkosten und der Ölfündigkeit ab.

In der Beispiel-Arbeitsmappe „Ölbohrung 1 – Basic PrecisionTree Model.xlsx (oder .xls)“ ist das in diesem Abschnitt beschriebene Ölbohrungsbeispiel enthalten.

Einrichtung eines Zusammenhangsdiagramms

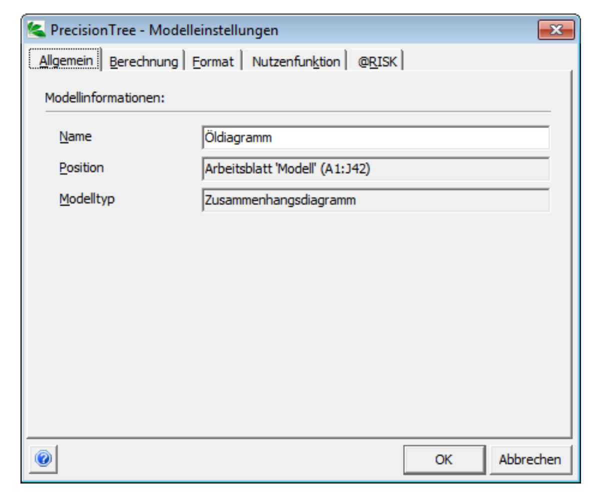
In diesem Abschnitt wird eine detailliertere Beschreibung darüber gegeben, wie ein Zusammenhangsdiagramm unter Verwendung von PrecisionTree in Excel eingerichtet wird. Es wird gezeigt, wie ein Zusammenhangsdiagramm durch das Definieren von Knoten und Bögen erstellt werden kann. Auch wird erklärt, wie Werte und Wahrscheinlichkeiten für mögliche Ergebnisse anzugeben sind, die in einer Kalkulationstabelle durch die Knoten im Zusammenhangsdiagramm dargestellt werden. Das hier erstellte Zusammenhangsdiagramm bezieht sich auf das Ölbohrungsproblem, dass weiter oben in diesem Kapitel mithilfe eines Entscheidungsbaums modelliert wurde. Das komplette Modell ist in PrecisionTree in der Beispieldatei **Ölbohrung 7 – Zusammenhangsdiagramm.xlsx (oder .xls)** zu finden.

Um ein Zusammenhangsdiagramm zu definieren, müssen Sie die Befehle im Menü **PrecisionTree** oder in der PrecisionTree-Symbolleiste verwenden. In diesem Abschnitt wird davon ausgegangen, dass Sie mit den grundlegenden Konzepten und Techniken in einer Entscheidungsanalyse gut auskennen. Falls Sie mit Zusammenhangsdiagrammen noch nicht vertraut sind, sollten Sie zuerst den Abschnitt **Überblick über die Entscheidungsanalyse** lesen.

Erstellung eines neuen Zusammenhangsdiagramms

Ein neues Zusammenhangsdiagramm wird dadurch erstellt, dass Sie im Menü **Neu** den Befehl **Zusammenhangsdiagrammknoten** wählen oder auf das Symbol für **Neuen Zusammenhangsdiagrammknoten erstellen** klicken, wenn sich im aktuellen Arbeitsblatt noch kein Zusammenhangsdiagramm befindet. Als Nächstes müssen Sie angeben, wo im Arbeitsblatt ein neuer Knoten erscheinen soll. Standardmäßig wählen Sie die Zelle, in der sich der Auszahlungsknoten oder das endgültige Ergebnis für das Modell befinden soll, aber Sie können den Knotentyp jederzeit ändern, indem Sie auf den Knoten klicken. Der Name des Diagramms – standardmäßig *Neues Diagramm* – ist oben links im aktuellen Arbeitsblatt zu sehen. Es wird das Dialogfeld **Modelleinstellungen** angezeigt, damit Sie das Modell benennen und die gewünschten Einstellungen eingeben können.

Dialogfeld* Modelleinstellungen *für das Zusammenhangs-diagramm



Durch die angezeigten Einstellungen wird gesteuert, wie PrecisionTree die Ergebnisse aus dem Zusammenhangsdiagramm berechnen und welcher Pfad im Diagramm genommen werden soll. Auch wird dadurch bestimmt, ob eine Nutzenfunktion auf die Modellberechnungen angewendet werden soll, und werden andere Optionen festgelegt. Wir ändern aber im Augenblick nur den Namen des Diagramms, und zwar von *Neues Diagramm* auf *Ölbohrungsmodell*.

Knotentypen für Zusammenhangsdiagramme

Folgende Knotentypen sind für ein Zusammenhangsdiagramm verfügbar:

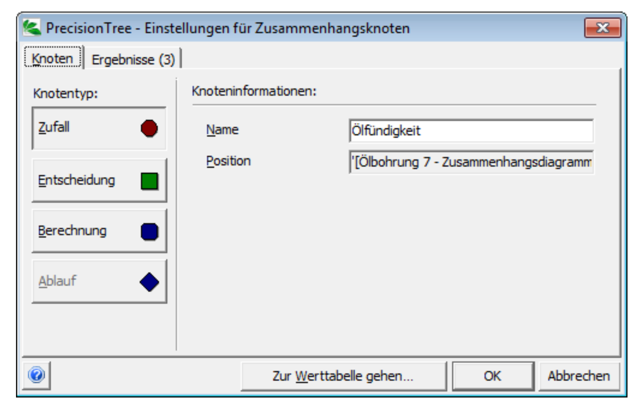
- **Zufallsknoten** (durch rote Kreise dargestellt) beschreiben Ereignisse, auf die der Entscheidungsträger keinen Einfluss hat und die mehrere unbestimmte Ergebnisse verursachen könnten.
- **Entscheidungsknoten** (durch grüne Quadrate dargestellt) beschreiben Situationen, in denen dem Entscheidungsträger mehrere mögliche Optionen zur Verfügung stehen.
- **Berechnungsknoten** (durch gerundete blaue Rechtecke dargestellt) beschreiben Ergebnisse, die aus Vorgängerknoten genommen und mittels Berechnungen kombiniert wurden, um so neue Werte zu erstellen. Bei Berechnungsknoten sind keine Optionen oder Unbestimmtheiten vorhanden.
- **Auszahlungsknoten** (durch blaue Raute dargestellt) berechnen das endgültige Ergebnis für das Modell. Jedes Zusammenhangsdiagramm kann nur einen Auszahlungsknoten enthalten.

Übe das Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsknoten** können Sie auch auf die Wertetabelle eines Knotens zugreifen. In diese Wertetabelle werden die Wahrscheinlichkeiten und Werte für die möglichen Ergebnisse des Knotens eingegeben.

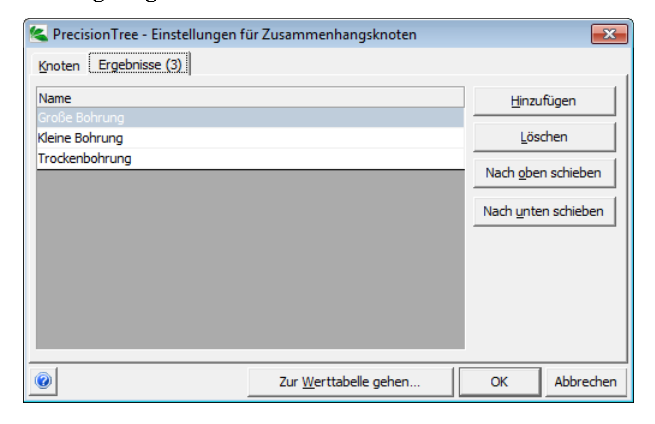
Für unser neues Zusammenhangsdiagramm verwenden wir den ersten Knoten als Auszahlungsknoten und geben ihm den Standardnamen *Ablauf*.

Eingabe eines Zufallsknotens

Der nächste Knoten für das die Ölbohrung betreffende Diagramm ist ein Zufallsknoten mit dem Namen *Ölfündigkeit*. Dieser Knoten hat direkten und indirekten Einfluss auf viele andere Knoten in unserem Modell. Um diesen Knoten einzurichten, müssen Sie erst auf das Symbol für **neuen Zusammenhangsknoten** klicken und dann auf die Zelle klicken, in der der Knoten platziert werden soll. Im Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsknoten** muss der Name erst einmal auf *Ölfündigkeit* geändert werden.



Es gibt drei mögliche Ergebnisse für ***Ölfündigkeit*** – *Große Bohrung, Kleine Bohrung und Trockene Bohrung*. Diese Ergebnisse werden auf der Registerkarte **Ergebnisse** angegeben. Durch Klicken auf **Hinzufügen** kann ein drittes Ergebnis zu den standardmäßigen *Ergebnis 1* und *Ergebnis 2* hinzugefügt werden.



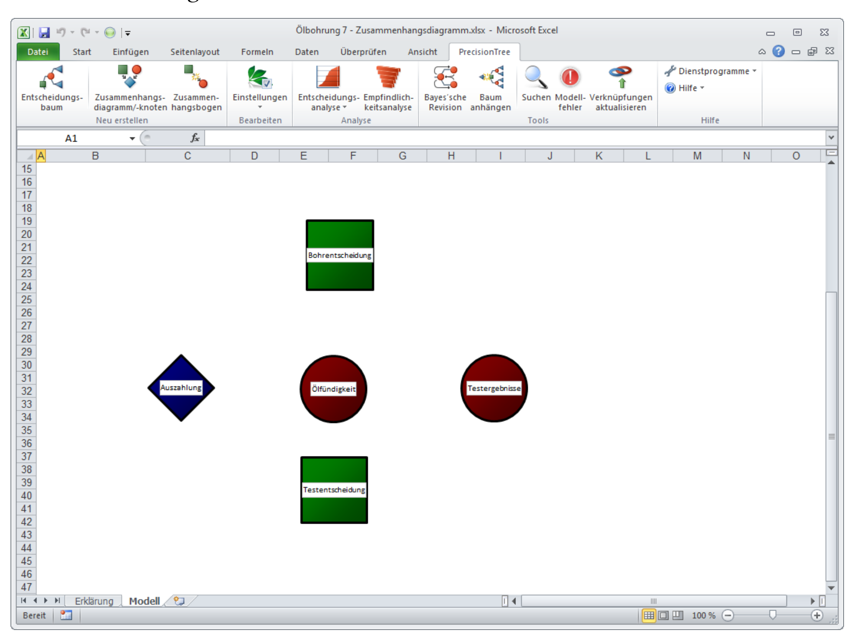
Anschließend müssen Sie dann den Namen der einzelnen Ergebnisse in die Tabelle eingeben und auf OK klicken.

Hinzufügung anderer Zusammenhangsdiagrammknoten

Wir wollen jetzt die noch verbleibenden Knoten und ihre möglichen Ergebnisbezeichnungen unserem Diagramm hinzufügen. Fügen Sie folgende Knoten hinzu, und zwar durch Klicken auf das Symbol für **Neuen Zusammenhangsdiagrammknoten erstellen** und anschließendes Klicken auf die Zelle, in der der Knoten positioniert werden soll:

- Entscheidungsknoten *Bohrentscheidung*, und zwar mit den Optionen *Bohren* und *Nicht bohren*.
- Entscheidungsknoten *Testentscheidung*, und zwar mit den Optionen *Testen* und *Nicht testen*.
- Zufallsknoten *Testergebnisse* mit den drei möglichen Ergebnissen *Große Bohrung, Kleine Bohrung* und *Trockene Bohrung*.

Zusammenhangs-diagramm – nur Knoten



Vorstehend ist das Zusammenhangsdiagramm für das Ölbohrungsbeispiel mit allen eingegebenen Knoten zu sehen. Als nächsten Schritt bei der Erstellung dieses Entscheidungsmodells müssen wir die Knoten durch Bögen verbinden, um die Beziehungen unter den Modellelementen anzugeben.

Eingabe der Zusammenhangsbögen

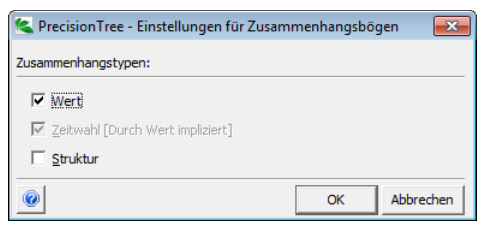


In einem Zusammenhangsdiagramm sind die Knoten durch so genannte Bögen verbunden, um auf die Beziehungen zwischen Entscheidungen, Zufallsereignissen, Kalkulationsknoten und Auszahlungsknoten hinzuweisen. Durch Bögen kann beispielsweise angezeigt werden, dass das Ergebnis für den einen Knoten sich auf die Werte und Wahrscheinlichkeiten eines anderen Knotens auswirkt.

In unserem Diagramm wirkt sich der Zufallsknoten *Ölfündigkeit* z.B. in bestimmter Weise auf die Knoten *Testergebnisse* und *Ablauf* aus. Die Werte für *Ablauf* und *Testergebnisse* (sowie die Wahrscheinlichkeiten für *Testergebnisse*) werden andererseits durch das Ergebnis für *Ölfündigkeit* beeinflusst. Mit anderen Worten, für jedes mögliche Ölfündigkeitsergebnis (*große Bohrung, kleine Bohrung* und *trockene Bohrung*) wird ein *Ablaufs*- und ein *Testergebnis*-Wert angegeben. Dieser Zusammenhang wird in dem Diagramm dadurch angezeigt, dass *Ölfündigkeit* durch Bögen mit den Knoten *Ablauf* und *Testergebnisse* verbunden wird. Sie erstellen Bögen, indem Sie auf das Symbol für **Neuen Zusammenhangsdiagrammbogen erstellen** klicken und dann je eine Linie vom Knoten *Ölfündigkeit* zu den anderen beiden Knoten zeichnen.

Jedesmal, wenn Sie einen Bogen zeichnen, wird das Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** angezeigt, damit Sie den Zusammenhangstyp des Bogens eingeben können,

***Dialogfeld* Einstellungen für Zusammenhangs-bogen**



Arten des Zusammenhangs zwischen den Knoten

Durch einige Zusammenhangsbögen wird ein wertmäßiger Zusammenhang spezifiziert, wie hier z.B. zwischen *Ölfündigkeit* und *Ablauf*. Andere Bögen weisen nur auf eine zeitliche Beziehung hin – wenn ein Ereignis beispielsweise vor einem anderen stattfinden muss – bzw. auf einen strukturellen Zusammenhang – wenn z.B. das Ergebnis eines Ereignisses sich auf die Ergebnisse auswirkt, die sich aus einem anderen Ereignis ergeben (wenn dieses Ereignis überhaupt passiert!). Durch einen Bogen können mehrere Zusammenhangstypen angegeben werden. Ein Bogen von *Testentscheidung* zu *Ablauf* beschreibt z.B. nicht nur einen wertmäßigen Zusammenhang, sondern auch eine zeitliche Beziehung, da die Testentscheidung vor der Ablaufsberechnung vorgenommen werden muss.

Wenn Ihr Zusammenhangsdiagramm in einen Entscheidungsbaum konvertiert wird, sind die zeitlichen und strukturellen Zusammenhänge sehr wichtig. Aus diesen Zusammenhängen geht hervor, welche Ereignisse im konvertierten Entscheidungsbaum vor anderen liegen (zeitliche oder **Timing**-Zusammenhänge) und welche Knoten übergangen bzw. welche Zweige abgeschnitten werden, wenn bestimmte Ergebnisse auftreten. Dadurch können Sie einen so genannten „asymmetrischen" Entscheidungsbaum erstellen. Der Entscheidungsbaum für das Ölbohrungsproblem ist solch ein asymmetrischer Baum, da einige Pfade (wie z.B. *Nicht testen* und *Nicht bohren*) weniger Knoten und Zweige haben als andere Pfade (wie z.B. *Testen, Bedeutet klein, Bohren* und *Große Bohrung*).

Hinzufügung von Bögen zwischen allen Knoten

Um alle Beziehungen zwischen den Knoten für das Ölbohrungsmodell zu definieren, müssen dem Modell folgende Zusammenhangsbögen mit den dazu bestimmten Zusammenhangstypen hinzugefügt werden:

1) ein Bogen des Zusammenhangstyps **Wert** von *Ölfündigkeit* zu *Testergebnissen,* da die Ölfündigkeit sich auf die Testergebnisse auswirkt, aber die Fündigkeit erst nach den Testergebnissen bekannt ist

2) ein Bogen des Zusammenhangstyps *Wert* und *Timing*, da die Ölfündigkeit sich auf die Ablaufsberechnung auswirkt

3) ein Bogen des Zusammenhangstyps **Wert** und **Timing** von *Testentscheidung* zu *Ablauf*, da die Ölfündigkeit sich auf die Ablaufsberechnung auswirkt

4) ein Bogen des Zusammenhangstyps **Timing** von *Testergebnisse* zu *Bohrentscheidung*, da die Testergebnisse vor der Bohrentscheidung bekannt sind

5) ein Bogen des Zusammenhangstyps **Struktur** von *Bohrentscheidung* zu *Ölfündigkeit*, da die Ölfündigkeit noch nicht vor der Bohrentscheidung bekannt ist; wenn jedoch entschieden wird, nicht zu bohren, wird der Knoten *Ölfündigkeit* übergangen, da die Fündigkeit ohne Bohrung nicht festgestellt werden kann

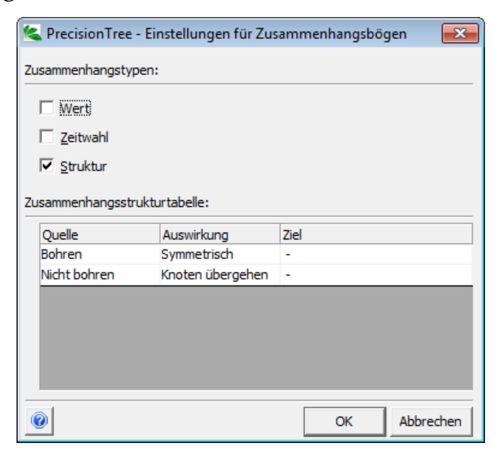
6) Ein Bogen des Zusammenhangstyps **Timing** und **Struktur** von *Testentscheidung* zu *Testergebnisse*, da die Testentscheidung getroffen wird, bevor die Testergebnisse bekannt sind; aber die Testentscheidung hat keine Auswirkung auf die Testergebnisse, da der Knoten *Testergebnisse* einfach übergangen wird, wenn kein Test stattfindet

7) ein Bogen des Zusammenhangstyps **Wert** und **Timing** von *Bohrentscheidung* zu *Ablauf*, da die Bohrkosten sich auf die

Ablaufsberechnung auswirken und chronologisch vor dieser Berechnung entstehen

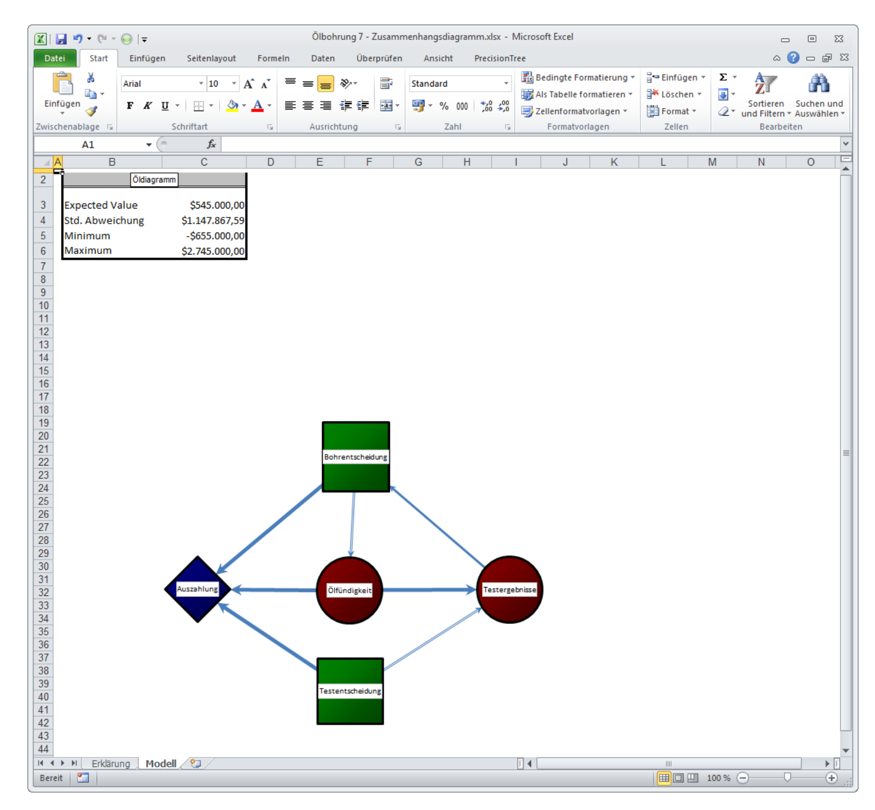
Eingabe des Strukturzusammenhangs

Bei Eingabe der einzelnen Bögen wird jeweils der entsprechende Zusammenhangstyp im Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** ausgewählt. Wenn ein struktureller Zusammenhang erwünscht ist, muss angegeben werden, wie der Vorgängerknoten sich auf die Ergebnisstruktur des Nachfolgeknotens auswirkt. Wenn Sie im Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** einen strukturellen Zusammenhang auswählen, können Sie den Strukturtyp in der Zusammenhangsstrukturtabelle beschreiben.



Die einzelnen Ergebnisse aus dem Vorgängerknoten (in diesem Fall *Bohrentscheidung*) können sich strukturell auf die Ergebnisse des Nachfolgeknotens (*Ölfündigkeit*) auswirken. Standardmäßig ist der strukturelle Zusammenhang symmetrisch, d.h. bei jedem Ergebnis des Vorgängerknotens ist jedes Ergebnis für den Nachfolgeknoten möglich. Im Falle des Bogens von *Bohrentscheidung* zu *Ölfündigkeit* wird jedoch der Knoten *Ölfündigkeit* übergangen, falls keine Bohrung ausgeführt wird. Um dieses festzulegen, wird **Knoten übergehen** als struktureller Zusammenhangstyp für das *Nicht bohren*-Ergebnis von *Bohrentscheidung* eingestellt.

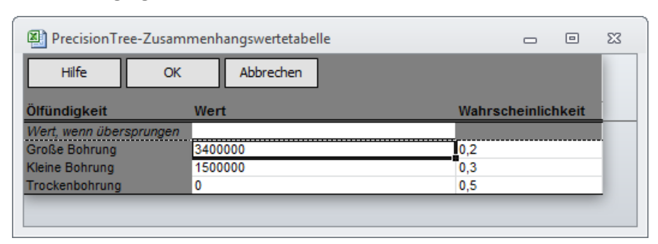
Fertige Struktur des Zusammenhangs-diagramms



Sobald die entsprechenden Zusammenhangstypen für jeden Bogen in das Diagramm eingegeben wurden, ist die Modellstruktur fertig gestellt. Sie brauchen jetzt nur noch die Ergebniswerte für die einzelnen Knoten eingeben.

Eingabe der Werte für einen Zusammenhangsknoten

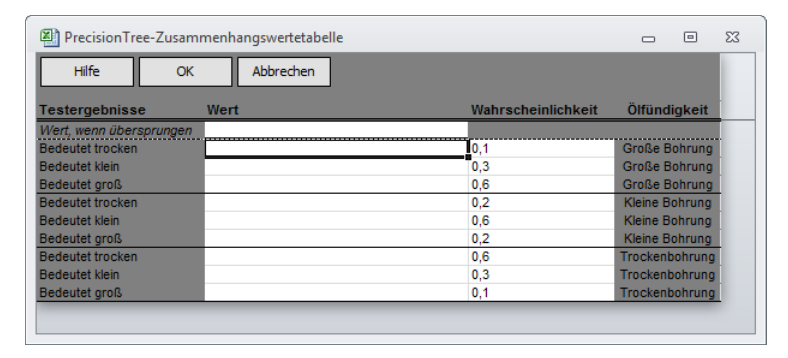
Durch Klicken mit der rechten Taste auf einen Knoten und Auswahl des Befehls **Zusammenhangswertetabelle** wird die Wertetabelle des betreffenden Knotens im Zusammenhangsdiagramm angezeigt. Die Wertetabelle wird dazu verwendet, die Werte für die möglichen Ergebnisse des Knotens (oder bei einem Zufallsknoten die Wahrscheinlichkeiten dieser Ergebnisse) einzugeben. Für jede mögliche Ergebniskombination der Vorgänger- oder beeinflussenden Knoten wird ein Wert eingegeben.



Bei der Wertetabelle handelt es sich um eine standardmäßige Excel-Kalkulationstabelle, in der die Werte der beeinflussenden Knoten zu sehen sind. In dieser Tabelle werden die Werte und Wahrscheinlichkeiten in die weißen Spalten eingegeben. Die vorstehende Tabelle zeigt die möglichen Werte für *Ölfündigkeit* und wie wahrscheinlich es ist, dass diese Werte tatsächlich auftreten.

Der Zufallsknoten Ölfündigkeit beeinflusst die Wahrscheinlichkeiten des Zufallsknotens *Testergebnisse*. Es gibt drei verschiedene mögliche *Testergebnisse – Bedeutet trocken, Bedeutet klein* und *Bedeutet groß*. (Mit diesen Ergebnissen sind keine Werte verbunden, sondern nur Wahrscheinlichkeiten.) Für jede Ölfündigkeits-Ergebnismöglichkeit wird je nach Testergebnis eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeit eingegeben.

Wertetabelle für Testergebnisse



Testergebnisse	Wert	Wahrscheinlichkeit	Ölfündigkeit
Wert, wenn übersprungen			
Bedeutet trocken		0,1	Große Bohrung
Bedeutet klein		0,3	Große Bohrung
Bedeutet groß		0,6	Große Bohrung
Bedeutet trocken		0,2	Kleine Bohrung
Bedeutet klein		0,6	Kleine Bohrung
Bedeutet groß		0,2	Kleine Bohrung
Bedeutet trocken		0,6	Trockenbohrung
Bedeutet klein		0,3	Trockenbohrung
Bedeutet groß		0,1	Trockenbohrung

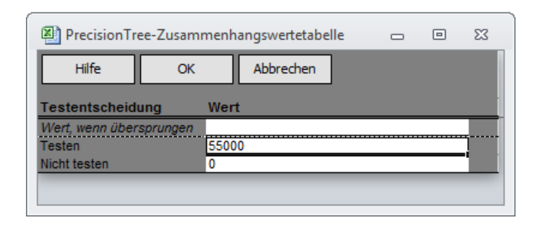
Bayes'sche Revisionen

Für die Testergebnisse in Bezug auf jedes mögliche Ölfündigkeitsergebnis wurden Wahrscheinlichkeitsinformationen in das Zusammenhangsdiagramm eingegeben. Diese Ereignisse treten jedoch in chronologisch umgekehrter Reihenfolge auf, d.h. die *Testergebnisse* sind bekannt, bevor die *Ölfündigkeit* festgestellt wird. In dem konvertierten Entscheidungsbaum wird die Reihenfolge dieser Knoten umgedreht und werden dann revidierte Wahrscheinlichkeiten berechnet, und zwar mithilfe einer Methode, die „Bayes'sche Revision" genannt wird. Dies passiert automatisch, wenn PrecisionTree die Ergebnisse für ein Zusammenhangsdiagramm berechnet oder das Zusammenhangsdiagramm in einen Entscheidungsbaum konvertiert.

Eingabe der übrigen Knotenwerte

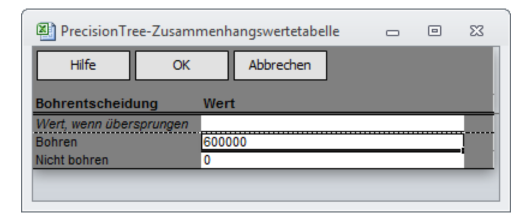
Um das Zusammenhangsdiagramm für die Ölbohrung fertig zu stellen, ist es erforderlich, die Wertetabellen für die übrigen Zusammenhangsdiagrammknoten auszufüllen. In folgenden Tabellen sind die Werte für die einzelnen Knoten zu sehen.

Werte für Testentscheidung



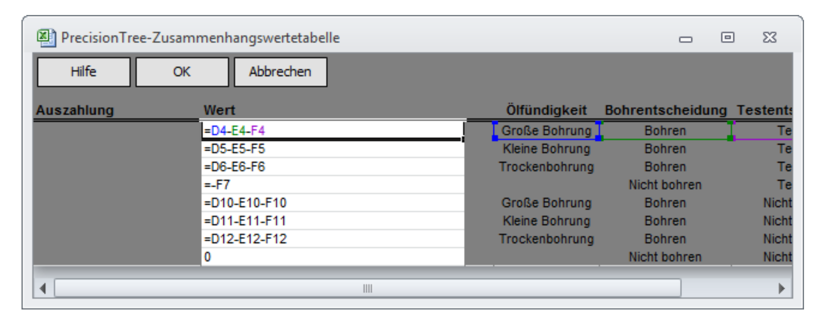
Testentscheidung	Wert
Wert, wenn übersprungen	
Testen	55000
Nicht testen	0

Werte für Bohrentscheidung



Werte für Auszahlungsknoten

Für Auszahlungsknoten können Formeln verwendet werden, um die Werte beeinflussender Knoten bei der Berechnung von Knotenwerten zu verknüpfen. Bei diesen Formeln handelt es sich um standardmäßige Excel-Formeln, durch die auf in der Wertetabelle aufgelistete Ergebniswerte oder auf andere Zellen in geöffneten Arbeitsblättern verwiesen werden kann.



Beim Auszahlungsknoten wird diese Formel in die Wertzelle eingegeben, durch die die Zellen *Ölfündigkeit, Testentscheidung* und *Bohrentscheidung* summiert werden. In der vorstehenden Wertetabelle werden in der ersten Zelle die Werte für *Trocken*-, *Bohren*- und *Testen*-Ergebnisse zusammengezählt (Zellen D4, E4 und F4 mit der Bezeichnung *Trocken, Bohren* und *Testen* in der Wertetabelle – Informationen über Zellverweise in der Wertetabelle sind im Namensfeld in der Excel-Symbolleiste zu finden). Wenn Sie in einer Formel auf eine Zelle verweisen, in der sich der Name des Ergebnisses befindet, wird PrecisionTree dadurch angewiesen, beim Erstellen des Ablaufswertes die Werte des gezeigten Ergebnisses zu verwenden. Diese Formel kann in andere Wertezellen kopiert werden, genauso wie das bei anderen Excel-Formeln der Fall ist. In Excel werden alle Zellverweise automatisch aktualisiert.

Modellstatistik

Öldiagramm	
Erwarteter wert	$545.000,00
Std. Abweichung	$1.147.867,59
Minimum	-$655.000,00
Maximum	$2.745.000,00

Sobald alle Werte und Wahrscheinlichkeiten für die Knoten in das Zusammenhangsdiagramm eingegeben worden sind, ist der erwartete Wert des Modells, zusammen mit dem Minimum, dem Maximum und der Standardabweichung der Ergebnisse, oben links im Arbeitsblatt zu sehen. Diese Wert werden in Echtzeit berechnet, genauso wie das bei anderen Kalkulationstabellenergebnissen der Fall ist. Wenn Sie einen Wert oder eine Wahrscheinlichkeit in Ihrem Diagramm ändern, sehen Sie sofort die Auswirkung auf die Ergebnisse in Ihrem Modell.

Analyse eines Entscheidungsmodells

Einführung

In PrecisionTree stehen zwei Methoden zum Analysieren von Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen zur Verfügung: die Entscheidungsanalyse und die Empfindlichkeitsanalyse. Durch die Entscheidungsanalyse wird der optimale Pfad in Ihrem Modell bestimmt, d.h. Sie können sehen, welche Entscheidungen bei den gegebenen Zufallsergebnissen die besten sind. Durch die Empfindlichkeitsanalyse wird dagegen die Auswirkung von jeder Eingabeänderung in Ihrem Modell gemessen. Weitere Informationen hierüber sind unter **Überblick über die Entscheidungsanalyse** und **Überblick über die Empfindlichkeitsanalyse** zu finden.

Echtzeitergebnisse im Entscheidungsmodell

Eine Entscheidungsanalyse ergänzt die Standardstatistik in Ihrem Entscheidungsmodell, die in Echtzeit angezeigt wird, während Sie Werte in den Entscheidungsbaum oder das Zusammenhangsdiagramm eingeben oder diese Werte bearbeiten. Diese Statistik, aus der der erwartete Wert des Modells hervorgeht und auch der Minimal- und Maximalwert sowie die Standardabweichung der möglichen Ergebnisse, ist für einen Entscheidungsbaum über die Funktion **Entscheidungsanalyse – Risikoprofil** verfügbar oder auch oben links im Arbeitsblatt in dem Zusammenhangsdiagramm zu sehen.

Erstellung eines Risikoprofils

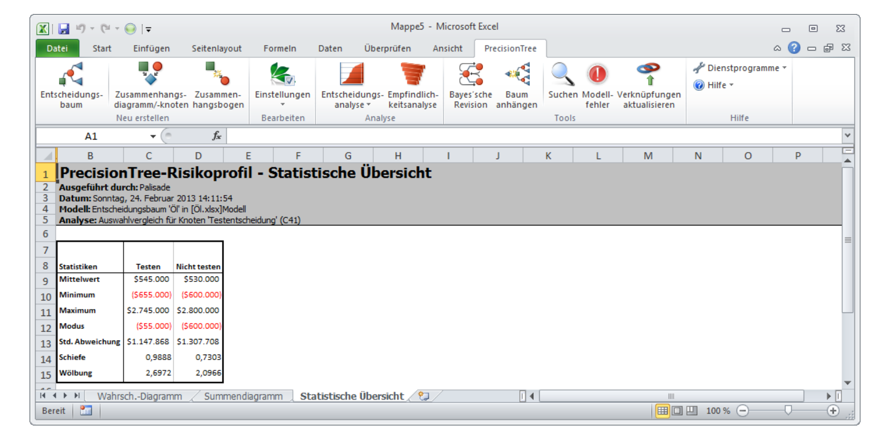
Sie können ein Risikoprofil ausführen, indem Sie im Menü **PrecisionTree** unter **Entscheidungsanalyse** den Befehl **Risikoprofil** verwenden oder in der PrecisionTree-Symbolleiste auf das Symbol für **Entscheidungsanalyse** klicken. Es wird dann ein Dialogfeld eingeblendet, in dem Sie auswählen können, welcher Entscheidungsbaum oder welches Zusammenhangsdiagramm analysiert werden soll. Wenn Sie nur einen kleinen Teil (d.h. einen Unterbaum) des Entscheidungsbaums analysieren möchten, sollten Sie im Dialogfeld einen anderen als den Startknoten wählen.

Falls Ihr Modell mit einem Entscheidungsknoten beginnt, ist in PrecisionTree eine Mehrfachentscheidungs-Option verfügbar. Zusätzlich zur Optimalentscheidung kann in PrecisionTree auch jede andere Auswahl zu Vergleichszwecken analysiert werden.

Während einer Analyse ermittelt PrecisionTree jeden möglichen Pfadwert und die damit verbundene Wahrscheinlichkeit. Diese Ergebnisse werden dazu verwendet, die Verteilungsfunktion **Risikoprofil** zu konstruieren.

Die Ergebnisse können in einem statistischen Übersichtsbericht angezeigt werden, in dem dann das Risikoprofil und die zugehörige Statistik für jede anfängliche Entscheidung aufgelistet sind. Der Bericht kann in einer neuen Arbeitsmappe oder auch in der Arbeitsmappe, in der das Modell enthalten ist, erstellt werden.

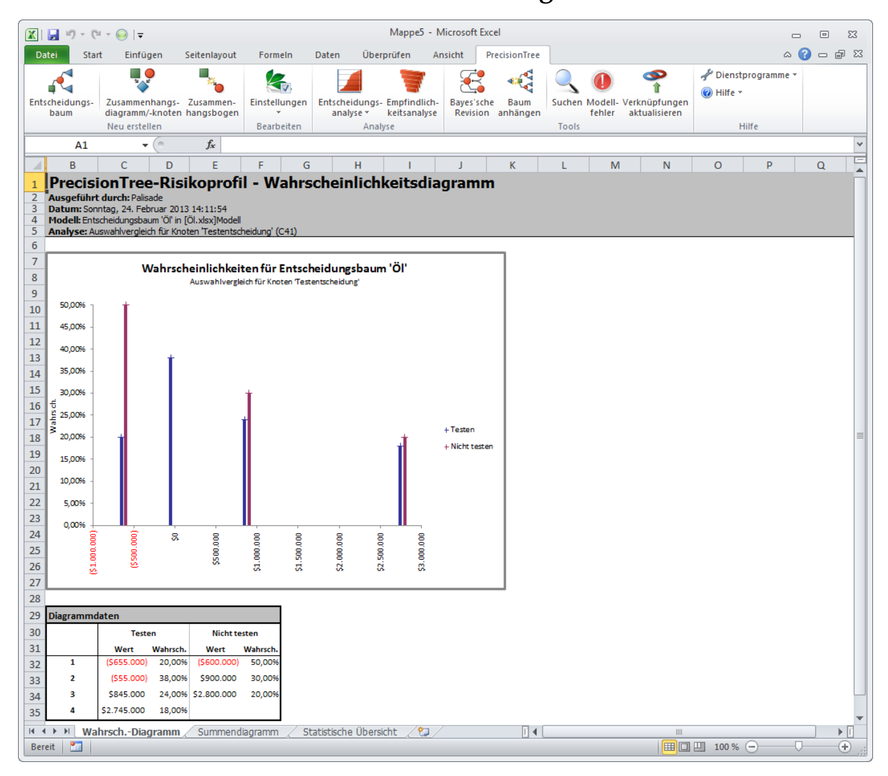
Risikoprofil – Statistische Übersicht



In diesem Beispiel wurden in dem Modell die beiden Auswahlen für die anfängliche *Testentscheidung* analysiert. Es geht dabei um *Testen* und *Nicht testen*. Der erwartete Wert für den Entscheidungsbaum ist 545.000, wenn anfangs *Testen* entschieden wird. Wenn die anfängliche Entscheidung jedoch *Nicht testen* ist, reduziert sich der erwartete Wert auf 530.000. Auf Basis des erwarteten Werts scheint *Testen* also die optimale Entscheidung zu sein.

Risikoprofil – Wahrscheinlichkeitsdiagramm

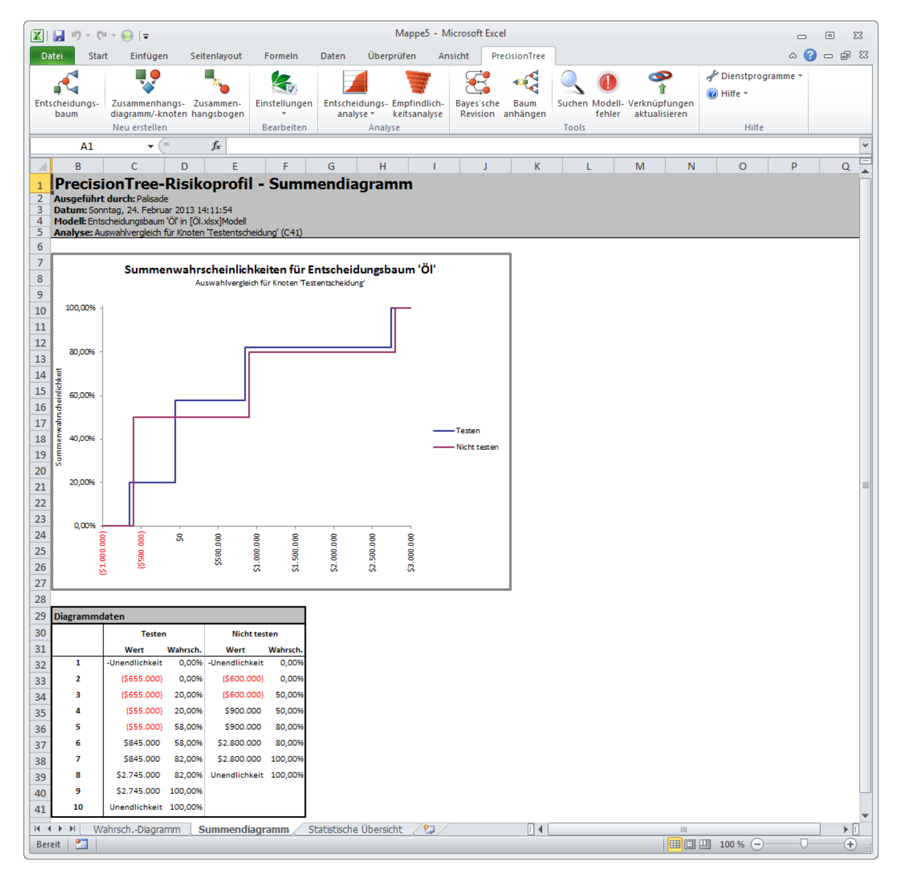
Im Wahrscheinlichkeitsdiagramm des Risikoprofils werden die Informationen in Form von einer diskontinuierlichen Dichteverteilung für jedes mögliche Ergebnis angezeigt. Durch die einzelnen Linien im Diagramm wird die Wahrscheinlichkeit angezeigt, dass das Ergebnis jeweils einem bestimmten Wert entsprechen wird. Das Diagramm wird in einer neuen Tabelle und in einer neuen Arbeitsmappe erstellt, und zwar auf dem Blatt **Wahrscheinlichkeitsdiagramm**.



	Testen		Nicht testen	
	Wert	Wahrsch.	Wert	Wahrsch.
1	($655.000)	20,00%	($600.000)	50,00%
2	($55.000)	38,00%	$900.000	30,00%
3	$845.000	24,00%	$2.800.000	20,00%
4	$2.745.000	18,00%		

In dem vorstehenden Wahrscheinlichkeitsdiagramm sind vier mögliche Ergebnisse für die Entscheidung *Testen* und drei mögliche Ergebnisse für die Entscheidung *Nicht testen* zu sehen. Auch ist die Wahrscheinlichkeit für die einzelnen Ergebnisse angezeigt.

Risikoprofil – Summendiagramm

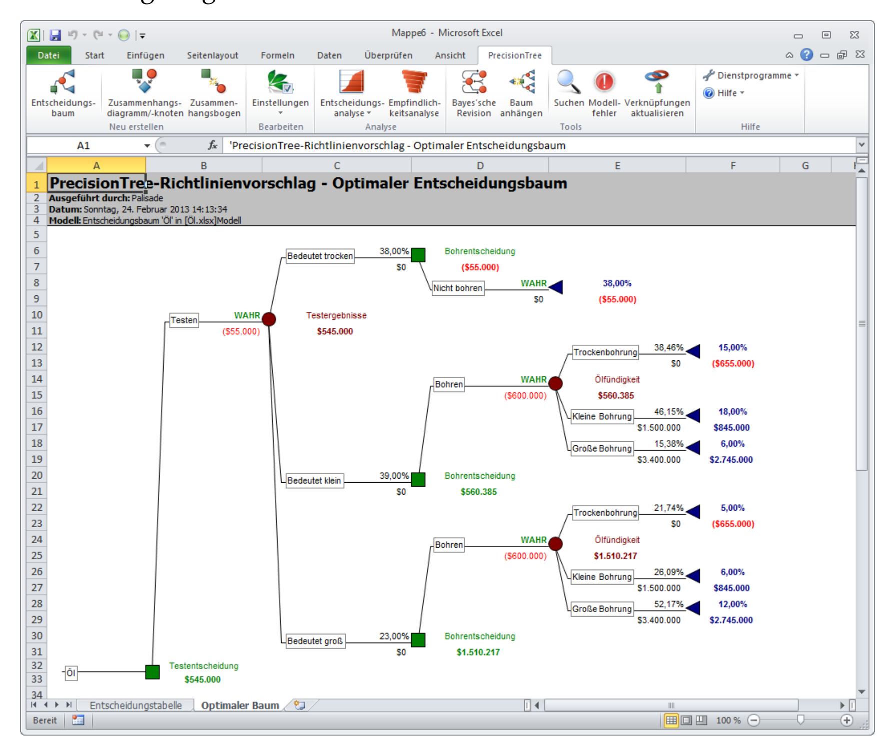


Diagrammdaten				
	Testen		Nicht testen	
	Wert	Wahrsch.	Wert	Wahrsch.
1	-Unendlichkeit	0,00%	-Unendlichkeit	0,00%
2	($655.000)	0,00%	($600.000)	0,00%
3	($655.000)	20,00%	($600.000)	50,00%
4	($55.000)	20,00%	$900.000	50,00%
5	($55.000)	58,00%	$900.000	80,00%
6	$845.000	58,00%	$2.800.000	80,00%
7	$845.000	82,00%	$2.800.000	100,00%
8	$2.745.000	82,00%	Unendlichkeit	100,00%
9	$2.745.000	100,00%		
10	Unendlichkeit	100,00%		

Im Summendiagramm des Risikoprofils wird eine Summenverteilung angezeigt, aus der die Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass das Ergebnis nicht größer als ein bestimmter Wert sein wird. Genau wie beim Wahrscheinlichkeitsdiagramm, wird auch das Summendiagramm in einer neuen Tabelle und in einer neuen Arbeitsmappe, aber auf dem Blatt **Summendiagramm** erstellt. Aus dem vorstehenden Summendiagramm geht hervor, dass bei der Entscheidung *Testen* eine 60-prozentige Wahrscheinlichkeit besteht, dass das Ergebnis gleich Null sein wird. Die Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses von -10.000 reduziert sich jedoch auf ca. 20 %, wenn getestet wird.

Richtlinienvorschlagsbericht

Wenn unter **Entscheidungsanalyse** der Befehl **Richtlinienvorschlag** gewählt wird, bemüht sich PrecisionTree, den optimalen Pfad zu finden, um einen Richtlinienvorschlagsbericht zu erstellen. Bei diesem Bericht handelt es sich um eine reduzierte Version des Entscheidungsbaums, in der nur die optimalen Entscheidungen für das Modell angezeigt werden.

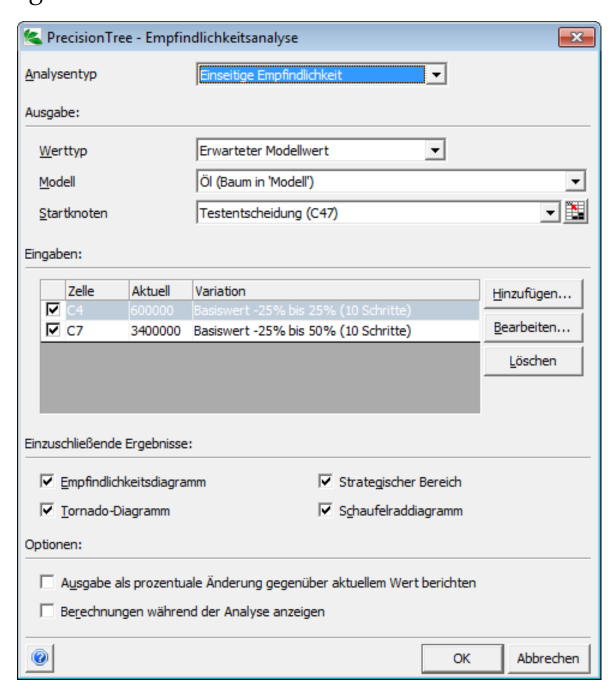


In diesem Beispiel wird durch PrecisionTree vorgeschlagen, sich für *Testen* zu entscheiden. Auf Basis der Testergebnisse wird ferner vorgeschlagen, entweder zu bohren (z.B. bei *Bedeutet klein* und *Bedeutet groß*) oder nicht zu bohren (z.B. bei *Bedeutet trocken*). Wenn wir diese Vorschläge befolgen, besteht eine 21 %ige Möglichkeit, dass die Bohrung *trocken* sein wird, sofern die Testergebnisse *Bedeutet groß* zeigen. Dagegen besteht eine 38%ige Möglichkeit einer trockenen Bohrung, wenn aus den Testergebnissen *Bedeutet klein* hervorgeht.

Eine Entscheidungstabelle für Richtlinienvorschläge ist ebenfalls verfügbar. Aus dieser Tabelle geht die optimale Auswahl an jedem auf dem optimalen Pfad angetroffenen Entscheidungsknoten hervor. Auch wird die Auftretenswahrscheinlichkeit und der Vorteil der richtigen Auswahl gezeigt.

Ausführung einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse

Um eine einseitige Empfindlichkeitsanalyse auszuführen, müssen Sie im Menü **PrecisionTree** den Befehl **Empfindlichkeitsanalyse** verwenden oder In der PrecisionTree-Symbolleiste auf das Symbol für **Empfindlichkeitsanalyse** klicken. Daraufhin wird das Dialogfeld **Empfindlichkeitsanalyse** eingeblendet, in dem Sie aufgefordert werden, Informationen über die in die Analyse mit einzubeziehenden Zellen einzugeben.



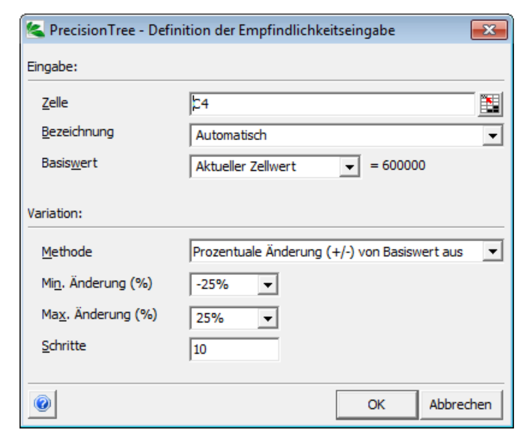
Um die Auswirkung einer Eingabe auf das ganze Modell herauszufinden, müssen Sie im Dialogfeld **Empfindlichkeitsanalyse** als Startknoten den Standardknoten **Gesamtes Modell** für die Ausgabe verwenden. Wenn Sie dagegen nur die Auswirkungen auf einen kleinen Teil (d.h. auf einen Unterbaum) des Entscheidungsbaums untersuchen möchten, sollten Sie in der Dropdown-Liste den gewünschten Knoten des Unterbaums als Startknoten für die Ausgabe auswählen.

Hinzufügung von Eingaben

Eingaben bestehen aus den Zellen, die während der Empfindlichkeitsanalyse geändert werden sollen. Sie definieren die Eingaben für die Empfindlichkeitsanalyse, indem Sie auf **Hinzufügen** klicken und dann im Modell die gewünschten Zellen auswählen.

Definition der Empfindlichkeits-eingabe

Über das Dialogfeld **Definition der Empfindlichkeitseingabe** können Sie eingeben, wie viel die Eingaben geändert werden sollen.



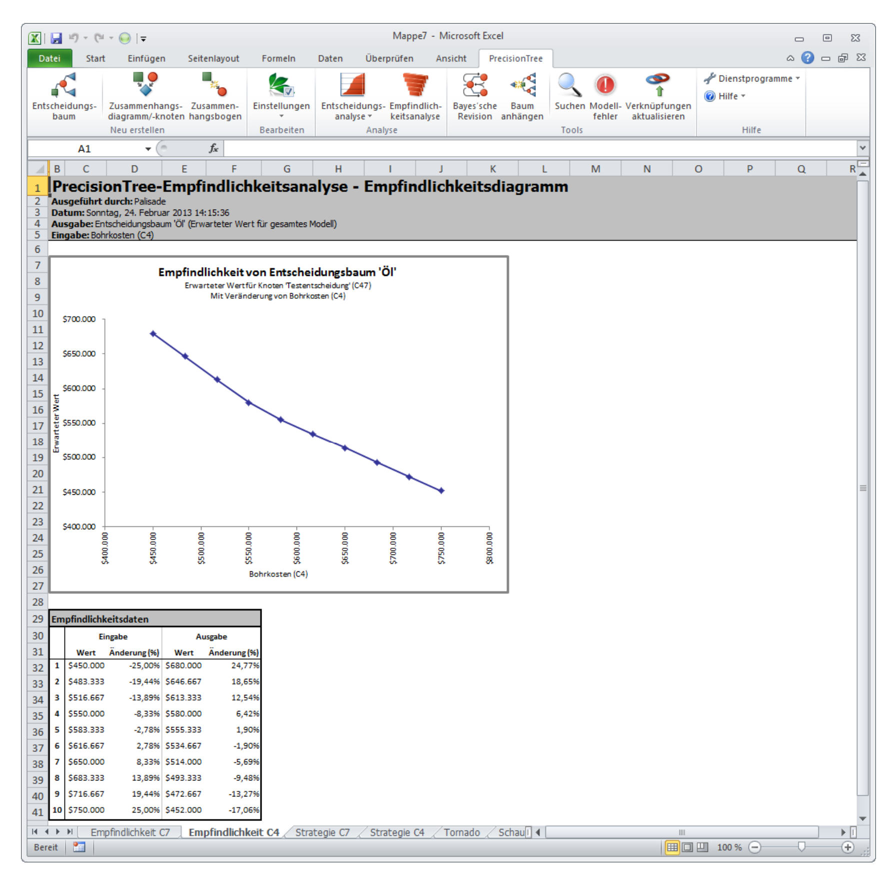
Sie können die gewünschte **Methode** der Variation auswählen, wie z.B. **+/- %-Änderung von Basis aus**, Anzahl der **Schritte** oder Werte im zu testenden Bereich und die anzuwendenden effektiven Änderungsbeträge. Während einer Empfindlichkeitsanalyse wird der eingegebene Min-Max-Bereich durch die Anzahl der eingegebenen Schritte dividiert und dann der Eingabewert bei jedem Schritt berechnet.

Ausführung einer Empfindlichkeits-analyse

Während einer Empfindlichkeitsanalyse werden durch PrecisionTree die Werte der von Ihnen angegebenen Empfindlichkeitseingaben geändert und diese Änderungen im erwarteten Wert der Ausgabe aufgezeichnet. Bei einseitigen Empfindlichkeitsanalysen wird nur jeweils eine Eingabe geändert. Mithilfe dieser Analyse können Berichte einschließlich einseitiger Empfindlichkeits-, Tornado- und Schaufelraddiagramme erstellt werden. Die Ergebnisse vieler einseitiger Analysen können in ein und demselben Tornado- oder Schaufelraddiagramm verglichen werden.

Durch eine einseitige Empfindlichkeitsanalyse wird während der Eingabenänderung die Änderung im erwarteten Wert der Ausgabe angezeigt. Dieses Diagramm und auch die anderen in diesem Abschnitt beschriebenen Diagramme werden auf einem neuen Arbeitsblatt erstellt, und zwar an einer Stelle, die von Ihnen unter **Berichte** im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** angegeben wird. Sie können auf dieses Dialogfeld über den Befehl **Anwendungseinstellungen** im Menü **Dienstprogramme** zugreifen.

Einseitiges Empfindlichkeits-diagramm

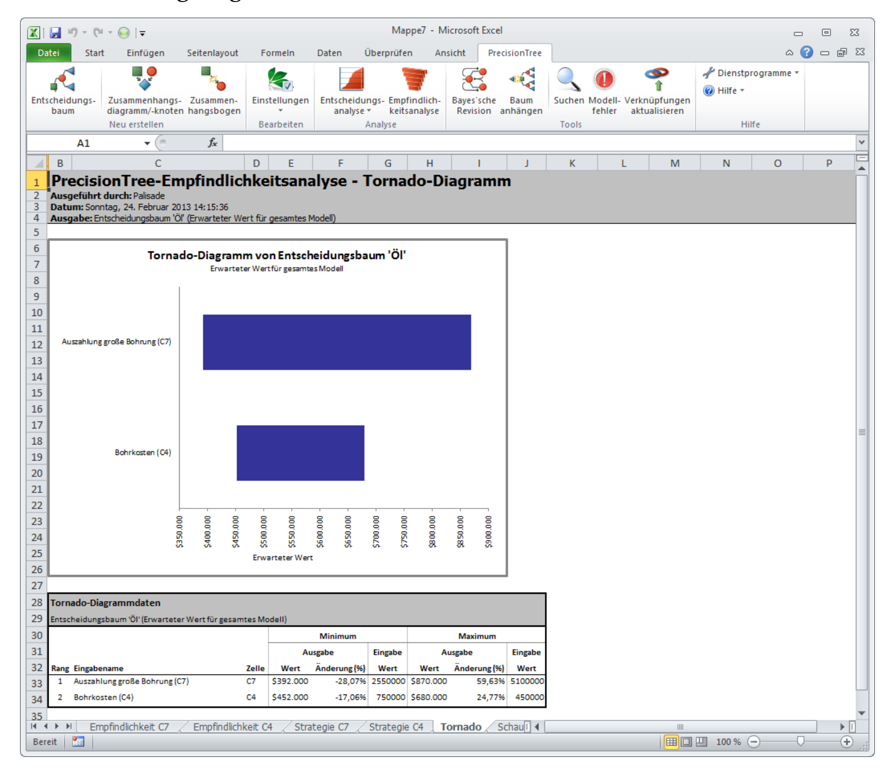


	Eingabe Wert	Eingabe Änderung (%)	Ausgabe Wert	Ausgabe Änderung (%)
1	$450.000	-25,00%	$680.000	24,77%
2	$483.333	-19,44%	$646.667	18,65%
3	$516.667	-13,89%	$613.333	12,54%
4	$550.000	-8,33%	$580.000	6,42%
5	$583.333	-2,78%	$555.333	1,90%
6	$616.667	2,78%	$534.667	-1,90%
7	$650.000	8,33%	$514.000	-5,69%
8	$683.333	13,89%	$493.333	-9,48%
9	$716.667	19,44%	$472.667	-13,27%
10	$750.000	25,00%	$452.000	-17,06%

In dem vorstehenden Beispiel waren die Bohrkosten unterschiedlich. Gemäß der einseitigen Empfindlichkeitsanalyse verringert sich der erwartete Wert bei zunehmenden Bohrungskosten ganz erheblich.

Tornado-Diagramm

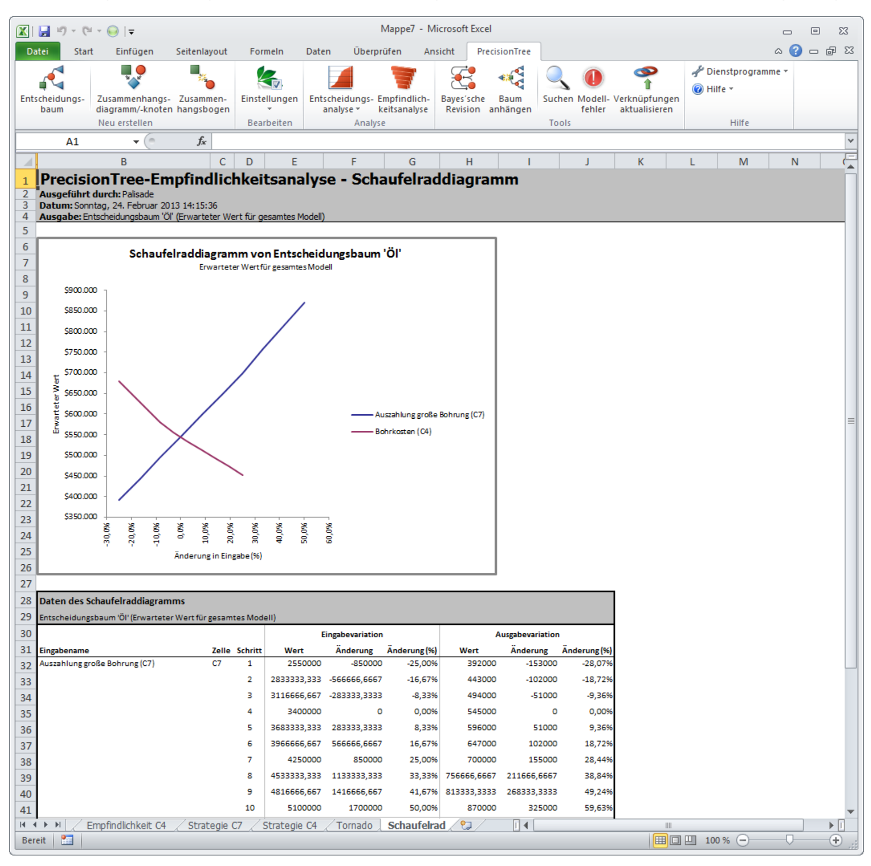
Durch ein Tornado-Diagramm werden die Änderungen im erwarteten Ausgabewert für die einzelnen Eingaben angezeigt. Für jede Eingabe in die einseitige Empfindlichkeitsanalyse wird dem Diagramm eine neuer Balken hinzugefügt.



Im hier zu sehenden Tornado-Diagramm variieren Bohrungskosten und Ablaufswert für Großbohrung um 25 %. PrecisionTree zeigt, dass der erwartete Wert des Modells empfindlicher gegenüber Änderungen in den Ablaufskosten für eine große Bohrung ist (siehe längster Balken).

Schaufelrad-diagramm

Durch ein Schaufelraddiagramm wird die prozentuale Änderung im erwarteten Ausgabewert angezeigt, wenn sich die einzelnen Eingaben für jede Analyse ändern. Für jede in die Empfindlichkeitsanalyse mit einbezogene Eingabe wird dem Diagramm eine neue Linie hinzugefügt.



Daten des Schaufelraddiagramms

Entscheidungsbaum 'Öl' (Erwarteter Wert für gesamtes Modell)

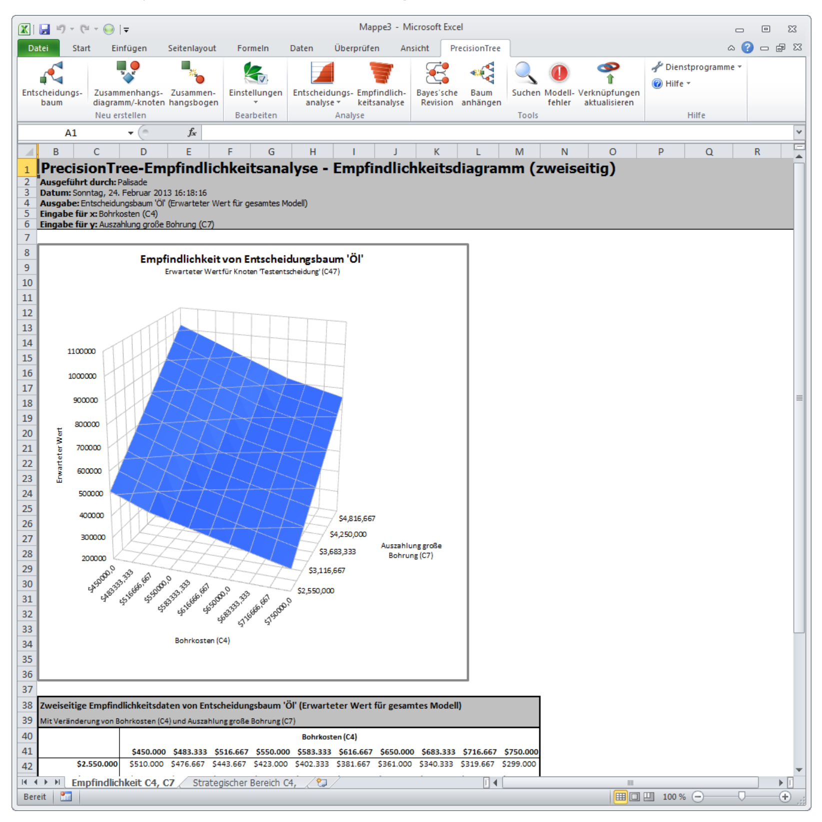
Eingabename	Zelle	Schritt	Eingabevariation Wert	Eingabevariation Änderung	Eingabevariation Änderung (%)	Ausgabevariation Wert	Ausgabevariation Änderung	Ausgabevariation Änderung (%)
Auszahlung große Bohrung (C7)	C7	1	2550000	-850000	-25,00%	392000	-153000	-28,07%
		2	2833333,333	-566666,6667	-16,67%	443000	-102000	-18,72%
		3	3116666,667	-283333,3333	-8,33%	494000	-51000	-9,36%
		4	3400000	0	0,00%	545000	0	0,00%
		5	3683333,333	283333,3333	8,33%	596000	51000	9,36%
		6	3966666,667	566666,6667	16,67%	647000	102000	18,72%
		7	4250000	850000	25,00%	700000	155000	28,44%
		8	4533333,333	1133333,333	33,33%	756666,6667	211666,6667	38,84%
		9	4816666,667	1416666,667	41,67%	813333,3333	268333,3333	49,24%
		10	5100000	1700000	50,00%	870000	325000	59,63%

Im vorstehenden Schaufelraddiagramm variierten Bohrungskosten und Ablaufswert für große Bohrung. Gemäß PrecisionTree hat der Ablaufswert für große Bohrung die größte Auswirkung auf den Wert des Modells, und zwar quer über den ganzen Bereich der sich ändernden Werte.

Ausführung einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse

Um eine zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse auszuführen, müssen Sie im Menü **PrecisionTree** den Befehl **Empfindlichkeitsanalyse** verwenden oder in der PrecisionTree-Symbolleiste auf das Symbol für **Empfindlichkeitsanalyse** klicken. Daraufhin wird das Dialogfeld **Empfindlichkeitsanalyse** eingeblendet, in dem Sie aufgefordert werden, Informationen über die in die Analyse mit einzubeziehenden Zellen einzugeben. Für eine zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse muss der Analysentyp auf **Zweiseitige Empfindlichkeit** eingestellt werden.

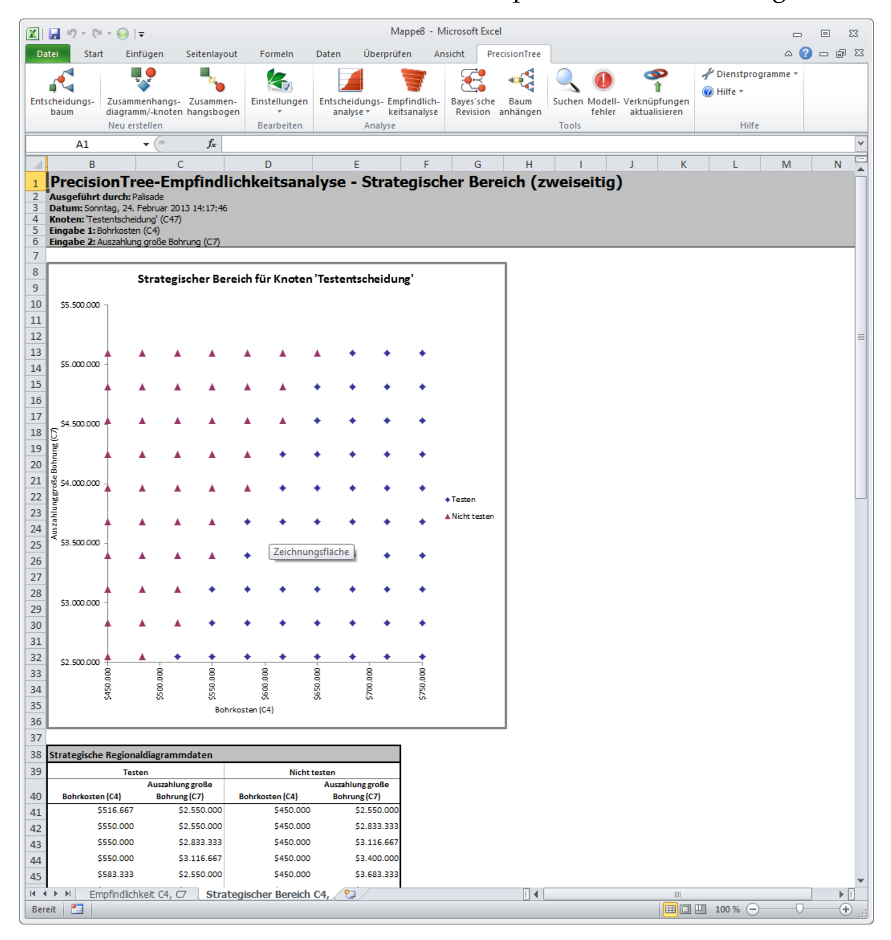
Bei einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse werden jeweils zwei Eingaben gleichzeitig geändert. Mithilfe dieser Analyse können Berichte einschließlich zweiseitiger Empfindlichkeits- und strategischer Bereichsdiagramme erstellt werden. Während der Analyse sucht PrecisionTree bei jeder möglichen Wertekombination nach dem Ausgabewert für die Eingaben. Die Ergebnisse werden anschließend in einem 3D-Diagramm angezeigt, und zwar mit den Eingabenwerten auf der x- und y-Achse und den Ausgabewerten auf der z-Achse.



Strategische Bereichsdiagramme

Durch diese Diagramme werden Bereiche angezeigt, in denen unterschiedliche Entscheidungen die optimal gegebenen Änderungen in zwei ausgewählten Eingaben darstellen. Der Wert der ersten Eingabe wird auf der x-Achse und der Wert der zweiten Eingabe auf der y-Achse grafisch dargestellt. Durch die verschiedenen Symbole im Diagramm wir die optimale Entscheidung bei den verschiedenen Wertekombinationen für die beiden Eingaben gekennzeichnet – in diesem Fall der Wert für Bohrungskosten und Ablauf der großen Bohrung.

Aus dem hier gezeigten strategischen Regionaldiagramm geht die optimale Entscheidung in Bezug auf die möglichen Wertkombinationen für *Bohrungskosten* und *Ablauf große Bohrung* hervor. Wenn *Bohrungskosten* und *Ablauf große Bohrung* ungefähr den Minimalwert erreichen, wird *Nicht testen* dadurch zur optimalen Entscheidung.



Strategische Regionaldiagrammdaten			
Testen		Nicht testen	
Bohrkosten (C4)	Auszahlung große Bohrung (C7)	Bohrkosten (C4)	Auszahlung große Bohrung (C7)
$516.667	$2.550.000	$450.000	$2.550.000
$550.000	$2.550.000	$450.000	$2.833.333
$550.000	$2.833.333	$450.000	$3.116.667
$550.000	$3.116.667	$450.000	$3.400.000
$583.333	$2.550.000	$450.000	$3.683.333

Erweiterte Funktionen

PrecisionTree bietet viele erweiterte Funktionen, durch die Ihre Entscheidungsmodelle erheblich verbessert werden können. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über viele dieser Funktionen gegeben. Zusätzliche Informationen über Verwendung der hier beschriebenen Funktionen sind auch im Abschnitt **PrecisionTree-Befehle (Referenz)** zu finden.

Alternative Berechnungs-methoden

Die standardmäßige Berechnungsmethode für Entscheidungsbäume ist die Summenmethode, bei der die Werte für die einzelnen Zweige auf dem Pfad durch den Entscheidungsbaum einfach zusammengezählt werden, um so den Ablaufswert für den Endknoten des Pfades zu ergeben. Folgende anderen Berechnungsmethoden sind aber ebenfalls verfügbar:

Durch die Methode **Verknüpfte Bäume** können die Zweigwerte eines Entscheidungsbaums mit den Zellen in einem externen Excel-Modell verknüpft werden. Durch das Verknüpfen von Werten können die Endknotenablaufswerte mithilfe eines detaillierten Kalkulationstabellenmodells berechnet werden. In einem verknüpften Entscheidungsbaum können die einzelnen Knoten mit einem Excel-Zellverweis oder einem Bereichsnamen verknüpft werden. Bei Neuberechnung eines verknüpften Entscheidungsbaums werden die Zweigwerte der einzelnen im Baum befindlichen Pfade gegen die dafür vorgesehenen Zellen im Excel-Modell ausgewechselt, sodass der Ablaufswert berechnet werden kann. Die Endknotenablaufswerte werden dann aus den Zellen genommen, die jeweils für den Ablaufswert angegeben wurden. Weitere Informationen über das Arbeiten mit verknüpften Entscheidungsbäumen sind im Beispiel Einfach verknüpfter Baum.xlsx (oder .xls) zu finden.

Ablaufsformelbäume ermöglichen Ihnen, Endknoten-Ablaufswerte mithilfe einer Formel zu berechnen. Durch diese Formel kann auf Zweigwerte und Zweigwahrscheinlichkeiten des Pfades verwiesen werden, dessen Ablaufswert berechnet werden soll. Weitere Informationen über das Arbeiten mit Formelbäumen sind im Beispiel Ölbohrung 4 - Ablaufsformel-Methode.xlsx (oder .xls) zu finden.

VBA-Makrobäume machen es möglich, einen Entscheidungsbaum mittels VBA-Makro zu berechnen. Ein einfaches Beispiel für diese Methode ist in der Datei Ölbohrung 5 – VBA-Makromethode.xlsx (oder .xls) zu finden.

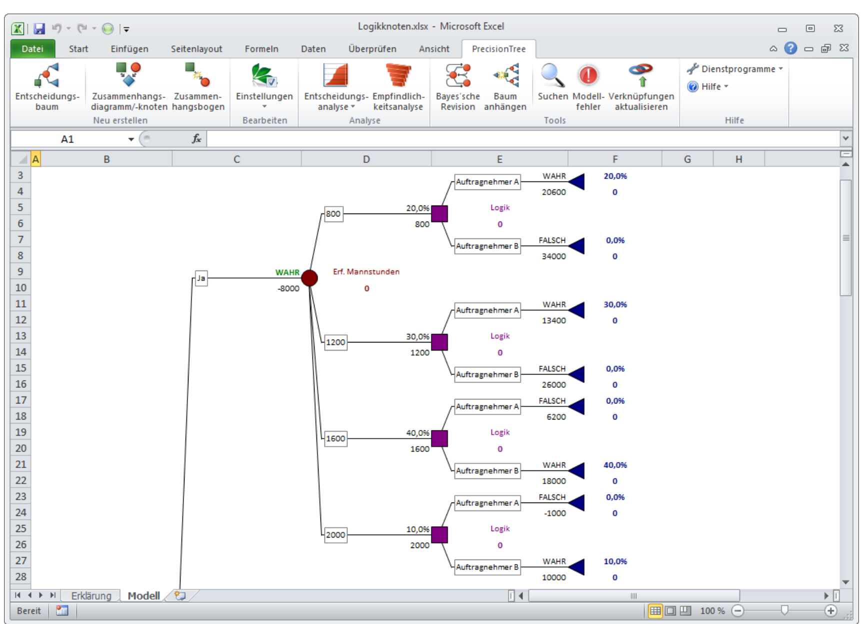
Definition von Zweigwerten, Wahrscheinlichkeiten und Zellenlogik

Die in die Kalkulationstabelle (d.h., in die Zellen oberhalb und unterhalb eines Zweiges) eingegebenen Zweigwerte und Wahrscheinlichkeiten können definiert werden, und zwar durch direkte Eingabe eines Wertes in die Zelle oder Verwendung einer gültigen Excel-Formel. Bei Zweigwahrscheinlichkeiten können die eingegebenen Werte auch normiert werden, sodass die Summe aller Zweigwahrscheinlichkeiten aus dem Knoten dann dem Wert 1 entspricht.

Logikknoten

Bei Logikknoten handelt es sich um eine besondere Art von Knoten, bei dem der optimale Zweig nicht mithilfe der für die Pfadauswahl bestimmten PrecisionTree-Einstellungen ausgewählt wurde. Die Entscheidungen werden bei diesem Knoten einfach entsprechend der vom Benutzer definierten Bedingungen getroffen. Der Name dieses Knotens hat damit zu tun, dass die voreingestellten Bedingungen gewöhnlich mittels logischer Anweisung eingegeben werden (z.B. mit Ausdrücken wie „weniger als", „gleich" usw.). Mit jedem Zweig aus diesem Knoten ist eine logische Anweisung (die in PrecisionTree „Zweiglogik" genannt wird) verbunden. Diese Anweisung besteht aus einer einfachen standardmäßigen Excel-Formel, die bei Auswertung in Ihrer Kalkulationstabelle den Wert WAHR oder FALSCH zurückgibt. Ein Logikknoten wird durch ein violettes Quadrat dargestellt. Ein Logikknoten verhält sich wie ein Entscheidungsknoten, wählt aber den Zweig, dessen Zweiglogikformel für die logische (optimale) Entscheidung als WAHR beurteilt wird.

Durch Logikknoten definierte Entscheidung



Im Beispiel Logikknoten.xlsx (oder .xls) geht es um die grundlegende Entscheidung, ob ein Vorschlag unterbreitet werden soll. Falls der Vorschlag unterbreitet wird (mit Kosten von $ 8.000) erfahren Sie, wie viele Mannstunden dafür erforderlich sind. Entsprechend der Unternehmenspolitik nehmen Sie den Auftragnehmer A, falls nicht mehr als 1.500 Mannstunden erforderlich sind, und sonst den Auftragnehmer B. (Auftragnehmer B hat vielleicht ein höheres Leistungsvermögen.) Das wird durch Zufallsknoten implementiert.

Die Formeln für den oberen Zufallsknoten zeigen *=D6<=C2* für Auftragnehmer A und *=D6>C2* für Auftragnehmer B. Durch PrecisionTree wird dann als optimaler Pfad die erste Option gewählt, sofern weniger als 1.500 Mannstunden erforderlich sind, und andernfalls die zweite Option.

Wenn mehr als zwei Zweige eines Logikknotens als WAHR beurteilt werden, sind alle WAHR-Zweige optimal und haben die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit. Durch den Logikknoten wird der Durchschnittswert für jeden als WAHR beurteilten Pfad zurückgegeben. Falls alle Zweige als FALSCH beurteilt werden, handelt es sich um einen Modellierfehler. Der Logikknoten gibt dann den Wert #WERT zurück.

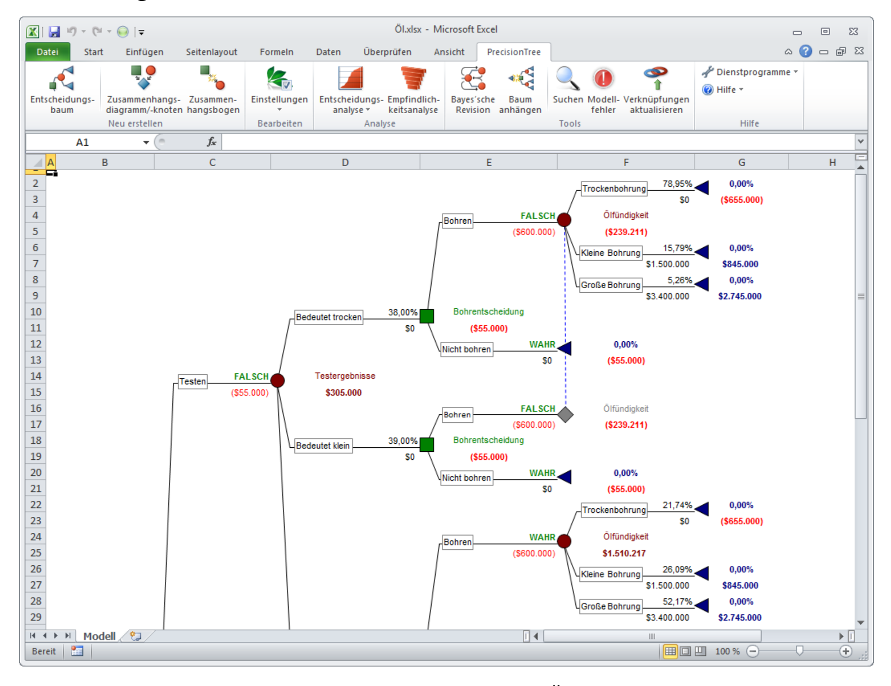
Verwendung von Verteilungsfunktionen als Zweigwerte

Mithilfe von @RISK-Verteilungsfunktionen kann ein möglicher Wertebereich für Werte und Wahrscheinlichkeiten in Ihre Entscheidungsbäume und damit verbundenen Arbeitsblattmodelle eingegeben werden. Überall wo Werte in Ihren Modellen verwendet werden, können dafür Verteilungsfunktionen eingesetzt werden. Während einer standardmäßigen Entscheidungsanalyse werden durch diese Funktionen die entsprechend erwarteten Werte zurückgegeben. Es handelt sich dabei um die Werte, die zum Berechnen aller Entscheidungsanalysenergebnisse verwendet werden.

Bei Ausführung einer Simulation mittels @RISK wird bei allen Iterationen der Simulation eine Werteprobe aus den einzelnen Verteilungen erhoben. Danach werden die Knotenwerte des Entscheidungsbaums unter Verwendung des neuen Werteprobensatzes neu berechnet und die Ergebnisse durch @RISK aufgezeichnet. Anschließend wird ein Bereich von möglichen Knotenwerten, die als Simulationsausgaben ausgewählt wurden, durch @RISK angezeigt.

Verweisknoten

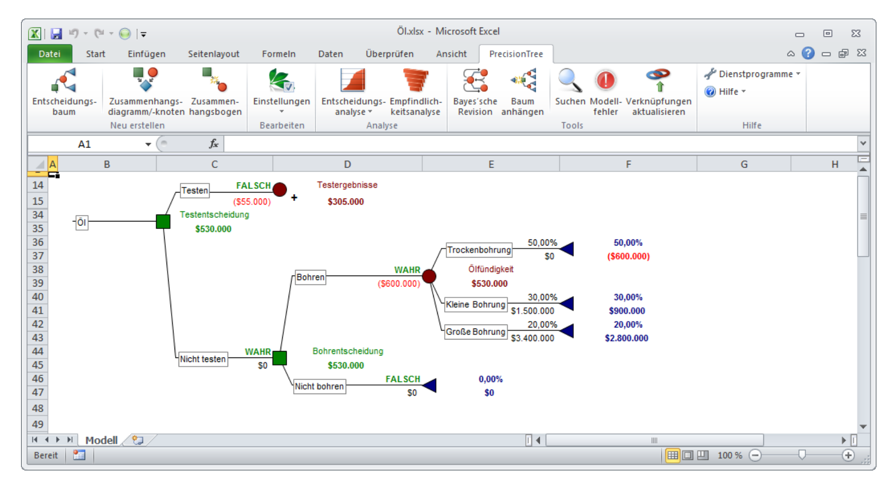
Verweisknoten können dazu verwendet werden, um im aktuellen Entscheidungsbaum auf einen andern Baum oder Unterbaum zu verweisen. Der Entscheidungsbaum, auf den verwiesen wird, kann sich in demselben Arbeitsblatt oder auch in einem anderen Arbeitsblatt derselben Arbeitsmappe befinden. Verweisknoten können dazu verwendet werden, einen Entscheidungsbaum zu vereinfachen oder um in einem Entscheidungsbaum wiederholt auf denselben Unterbaum zu verweisen bzw. wenn der Baum zu groß für nur eine Kalkulationstabelle wird. Ein Verweisknoten wird durch ein graue Raute dargestellt.



In diesem Beispiel wird auf den Unterbaum *Ölfündigkeit* (der dem Pfad *Testen\Bedeutet trocken\Bohren* folgt) am Ende des Pfades *Testen\Bedeutet klein\Bohren* verwiesen. Durch die gezeigte gestrichelte Linie wird die Verweisknotenverknüpfung angezeigt.

Teilweise Ausblendung, Erweiterung und Reduzierung von Entscheidungs-bäumen

Da Entscheidungsbäume durch Hinzufügen weiterer Knoten und Entscheidungsoptionen sehr groß werden können, ist es wichtig, dass bestimmte Abschnitte der Bäume ausgeblendet werden und dadurch die wichtigen Bereiche hervorgehoben werden können. In PrecisionTree kann jeder beliebige Knoten teilweise ausgeblendet und dadurch alle Nachfolgeknoten und Zweige verborgen werden. Ausgeblendete Abschnitte werden genau wie sichtbare Teile des Baums berechnet, sind aber nicht zu sehen.



Um einen Abschnitt eines Baumes auszublenden, müssen Sie mit der rechten Maustaste auf den gewünschten Knoten klicken und dann im Kontextmenü **Untergeord**. **Zweige teilw. ausblenden** wählen. Wenn Sie neben dem teilweise ausgeblendeten Knoten auf das kleine +-Symbol klicken, wird der Knoten nebst Nachfolgeknoten und Zweigen wieder voll in normaler Größe angezeigt.

Erzwungene Zweige

Sie können angeben, dass ein bestimmter Zweig bei einer gewissen Entscheidung oder einem gewissen Zufallsknoten gewählt werden muss, unabhängig davon, was PrecisionTree als den optimalen Pfad im Knoten ansieht. Verwenden Sie die Option **Erzwingen**, wenn eine bestimmte (und vielleicht nicht optimale) Entscheidung getroffen wird oder ein bestimmtes Zufallsknotenergebnis vorkommt.

PrecisionTree-Befehle (Referenz)

Einführung

Wenn Sie das PrecisionTree-Add-In verwenden, erscheint in Excel 2003 und früheren Versionen eine neue Symbolleiste und auch ein neues Menü. In Excel 2007 ist dagegen eine neue Befehlsleiste zu sehen. Außerdem wird durch PrecisionTree ein Kontextmenü erstellt, das eingeblendet wird, wenn Sie in Ihrem Modell mit der rechten Maustaste auf ein PrecisionTree-Objekt (wie z.B. einen Knoten oder Zweig) klicken.

In diesem Kapitel werden die einzelnen verfügbaren Befehle beschrieben, und zwar genauso wie sie in diesen PrecisionTree-Menüs zu sehen sind. Viele der verfügbaren Befehle können auch über die PrecisionTree-Symbole in der Symbolleiste ausgeführt werden. Im Abschnitt *PrecisionTree – Symbolreferenz* in diesem Kapitel sind die Befehle aufgeführt, die den einzelnen PrecisionTree-Symbolen in der Symbolleiste entsprechen.

Anordnung der Symbolbeschreibungen

Die Symbole werden so angezeigt, wie sie auch in der PrecisionTree-Symbolleiste zu sehen sind. Für jedes Symbol werden folgende Informationen gegeben:

- Abbildung des Symbols
- Beschreibung des Befehls
- Entsprechender Menübefehl

Anordnung der Befehlsbeschreibungen

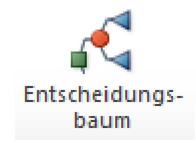
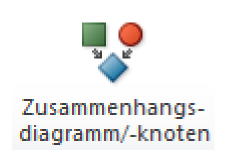
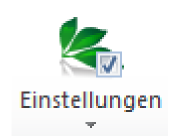
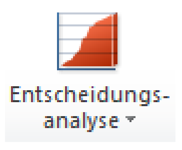
Die Befehle sind so aufgelistet, wie sie im Menü **PrecisionTree** erscheinen. Für jeden Befehl werden (falls zutreffend) folgende Informationen gegeben:

- Beschreibung des Befehls
- entsprechendes Symbol in der Symbolleiste
- Beschreibung der daraufhin erscheinenden Dialogfelder
- Erklärung der in den Dialogfeldern befindlichen Eingabefelder, Optionen und Schaltflächen

PrecisionTree-Symbole in der Symbolleiste

Mithilfe der PrecisionTree-Symbole können Sie schnell und mühelos die Vorgänge ausführen, die zur Konfiguration und Ausführung von Entscheidungsanalysen erforderlich sind. Die PrecisionTree-Symbole sind in Excel 2003 und früheren Versionen in Form einer neuen Excel-Symbolleiste zu sehen. In Excel 2007 ist dagegen eine entsprechende Befehlsleiste vorhanden. In diesem Abschnitt werden kurz die einzelnen Symbole beschrieben sowie auch die Funktionen genannt, die über diese Symbole ausgeführt werden können. Außerdem werden die Menübefehle besprochen, die diesen Symbolen entsprechen. Alle diese Befehle sind auch in der Excel-Menüleiste im Menü **PrecisionTree** zu finden.

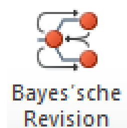
PrecisionTree-Befehlsleiste in Excel 2007

Symbol	Symbolfunktionen und entsprechender Befehl
	**zum Erstellen eines neuen Entscheidungsbaums**
	**zum Erstellen eines neuen Zusammenhangsdiagramms oder eines neuen Knotens**
	**zum Erstellen eines neuen Bogens im Zusammenhangsdiagramm**
	**zum Bearbeiten von Modell-, Knoten- oder Bogeneinstellungen** *Entspricht dem Kontextmenü, wenn der Befehl Modell-, Knoten- oder Bogeneinstellungen gewählt wird.*
	**zum Ausführen einer Entscheidungsanalyse eines Entscheidungsbaums oder Zusammenhangsdiagramms** *Entspricht dem Befehl Risikoprofil oder Richtlinienvorschlag im Kontextmenü unter Entscheidungsanalyse.*



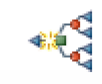
zum Starten einer Empfindlichkeitsanalyse in einer Zelle

Entspricht dem Befehl Empfindlichkeitsanalyse im Kontextmenü.



führt eine Bayes'sche Revision eines Zufallsknotens aus.

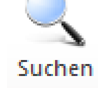
Entspricht dem Befehl „Bayes'sche Revision" im Kontextmenü.





hängt einen symmetrischen untergeordneten Baum an den Endknoten an.

Entspricht dem Befehl „Symmetrischen Unterbaum anhängen" im Kontextmenü.



zeigt eine Tabelle an, die alle im Modell enthaltenen Knoten und Zweige (oder Bögen) mit einbezieht.

Das entspricht dem Befehl „Suchen" im Kontextmenü.

Modell-
fehler

zeigt eine Tabelle an, die alle in den geöffneten Modellen gefundenen Fehler enthält.

Entspricht dem Befehl „Modellfehler" im Kontextmenü.



zum Aktualisieren aller Ablaufswerte für einen verknüpften Entscheidungsbaum oder ein Zusammenhangsdiagramm

Entspricht dem Befehl Modellverknüpfungen aktualisieren im Kontextmenü.



zum Anzeigen der PrecisionTree-Nutzenfunktionen, einschließlich *Suchen* und *Modellfehler*

Entspricht dem Befehlen im Kontextmenü unter Dienstprogramme.



zum Anzeigen der Optionen unter *PrecisionTree-Hilfe*

Entspricht den Befehlen im Kontextmenü unter Hilfe.

PrecisionTree-Symbolleiste in Excel 2003

Symbol	Symbolfunktionen und entsprechender Befehl
	zum Erstellen eines neuen Entscheidungsbaums *Entspricht dem Befehl Entscheidungsbaum im Menü Neu.*
	zum Erstellen eines neuen Zusammenhangsdiagramms oder eines neuen Knotens *Entspricht dem Befehl Zusammenhangsdiagrammknoten im Menü Neu.*
	zum Erstellen eines neuen Bogens im Zusammenhangsdiagramm *Entspricht dem Befehl Zusammenhangsdiagrammbogen im Menü Neu.*
	zum Bearbeiten von Modell-, Knoten- oder Bogeneinstellungen *Entspricht den Befehlen im Menü Bearbeiten.*
	zum Ausführen einer Entscheidungsanalyse eines Entscheidungsbaums oder Zusammenhangsdiagramms *Entspricht dem Befehl Risikoprofil oder Richtlinienvorschlag im Menü Entscheidungsanalyse.*
	zum Starten einer Empfindlichkeitsanalyse in einer Zelle *Entspricht dem Befehl Empfindlichkeitsanalyse.*
	zum Aktualisieren aller Ablaufswerte für einen verknüpften Entscheidungsbaum oder ein Zusammenhangsdiagramm *Entspricht dem Befehl Modellverknüpfungen aktualisieren.*
	zum Anzeigen der PrecisionTree-Nutzenfunktionen, einschließlich *Suchen* und *Modellfehler* *Entspricht den Befehlen im Menü Dienstprogramme.*
	zum Anzeigen der Optionen unter *PrecisionTree-Hilfe* *Entspricht den Befehlen im Menü Hilfe.*

Menü PrecisionTree

Durch das Laden des PrecisionTree-Programms wird eine neue Symbolleiste sowie auch ein neues Menü erstellt, um mit Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen arbeiten zu können. Die Befehle erscheinen in dem neuen Menü **PrecisionTree**, das sich in Excel 2003 in der Menüleiste ganz rechts von den anderen Menüs befindet. Außerdem sind in PrecisionTree auch Kontextmenüs vorhanden, die eingeblendet werden, wenn Sie in Ihrem Modell mit der rechten Maustaste auf irgendein PrecisionTree-Objekt (z.B. einen Knoten oder Zweig) klicken.

Über einige der Symbole in der PrecisionTree-Symbolleiste können viele der hier beschriebenen Befehle ausgeführt werden. Im Abschnitt **PrecisionTree-Symbole in der Symbolleiste** wird beschrieben, mit welchen Menübefehlen die einzelnen Symbole vergleichbar sind.

In diesem Abschnitt werden Einzelheiten über die verfügbaren Befehle gegeben, und zwar wie sie im Menü **PrecisionTree** und in den Kontextmenüs zu sehen sind.

Menü Neu

Befehl Entscheidungsbaum

Erstellt einen neuen Entscheidungsbaum im aktiven Arbeitsblatt.

Über den Befehl **Entscheidungsbaum** im Menü **Neu** kann ein neuer Entscheidungsbaum erstellt werden. Wenn Sie diesen Befehl auswählen oder auf das Symbol für **Neuen Entscheidungsbaum erstellen** klicken, wird ein neuer Baum in der Zelle begonnen, die Sie im Arbeitsblatt dazu ausgewählt haben. Der neue Baum hat den Standardnamen *Neuer Baum (n)*, wobei *n* die aktuelle Baumanzahl in der aktiven Arbeitsmappe darstellt. Der neue Baum hat anfangs nur einen Zweig, der in einem Endknoten endet.

Bei Erstellung eines neuen Entscheidungsbaumes wird das Dialogfeld **Modelleinstellungen** angezeigt, in das Sie den Namen des Modells eingeben und die anderen Einstellungen für das Modell angeben können.

Sie können später jederzeit den Namen eines Entscheidungsbaums oder dessen Einstellungen ändern, indem Sie:

- in der Kalkulationstabelle auf das Feld klicken, in dem sich der Baumname befindet, oder
- auf das Symbol für **Bearbeiten** klicken und dann die Option **Modelleinstellungen** bzw. im Menü **Bearbeiten** von PrecisionTree den Befehl **Modelleinstellungen** wählen. (Um den Befehl **Modelleinstellungen** verwenden zu können, muss sich die aktive Zelle der Excel-Kalkulationstabelle innerhalb des Rechtecks befinden, das durch den ganz links und ganz rechts sowie den ganz oben und ganz unten befindlichen Knoten des Entscheidungsbaums gebildet wird.)

Befehl Zusammenhangsdiagrammknoten

Erstellt ein neues Zusammenhangsdiagramm oder einen entsprechenden neuen Knoten auf dem aktiven Arbeitsblatt.

Durch den Befehl **Zusammenhangsdiagrammknoten** im Menü **Neu** kann ein neuer Zusammenhangsdiagrammknoten erstellt werden. Wenn sich auf dem aktuellen Arbeitsblatt noch kein Zusammenhangsdiagramm befindet, wird gleichzeitig auch ein neues Diagramm erstellt. Das neue Diagramm hat dann den Standardnamen *Neues Diagramm (n)*, wobei *n* die aktuelle Anzahl der Diagramme in der aktiven Arbeitsmappe darstellt. Ein neuer Knoten wird dadurch erstellt, dass Sie im Arbeitsblatt auf die Stelle klicken, an der sich der neue Knoten befinden soll.

Bei Erstellung eines neuen Zusammenhangsdiagramms wird das Dialogfeld **Modelleinstellungen** angezeigt, in das Sie den Namen des Modells eingeben und die anderen Einstellungen für das Modell angeben können.

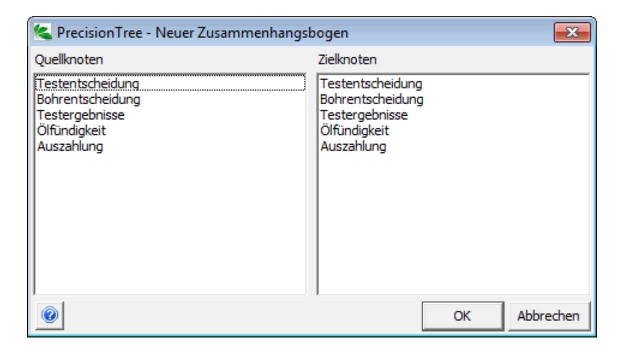
Falls Sie später den Namen des Zusammenhangsdiagramms oder dessen Einstellungen ändern möchten, müssen Sie wie folgt vorgehen:

- Klicken Sie in der Kalkulationstabelle auf das Feld, in dem sich der Diagrammname befindet, oder
- Klicken Sie auf das Symbol für **Bearbeiten** klicken und wählen Sie dann die Option **Modelleinstellungen.** Sie können aber auch einfach im Menü **Bearbeiten** den Befehl **Modelleinstellungen** auswählen.

Befehl Zusammenhangsdiagrammbogen

Erstellt einen neuen Zusammenhangsdiagrammbogen auf dem aktiven Arbeitsblatt.

Über den Befehl **Zusammenhangsdiagrammbogen** im Menü **Neu** kann im aktuellen Zusammenhangsdiagramm ein neuer Zusammenhangsdiagrammbogen zwischen zwei Knoten erstellt werden. Bei Auswahl des Befehls **Zusammenhangsdiagrammbogen** können Sie über das Dialogfeld **Neuen Zusammenhangsbogen erstellen** im Diagramm die Knoten auswählen, die durch den Bogen verbunden werden sollen.



Sobald Sie die Knoten *Quelle* und *Ziel* ausgewählt und auf OK geklickt haben, wird das Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** angezeigt. In diesem Dialogfeld kann die Art des Zusammenhangs zwischen den beiden Knoten angegeben werden. Weitere Informationen hierüber sind in diesem Kapitel unter der Beschreibung des Befehls **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** aus dem Menü **Bearbeiten** zu finden.

Menü Bearbeiten

Ermöglicht das Bearbeiten der Einstellungen für Modell, Knoten, Zweig oder Bogen.

Über die Befehle des Menüs **Bearbeiten** können die aktuellen Einstellungen für das Modell (eines Entscheidungsbaums oder Zusammenhangsdiagramms), einen Knoten in diesem Baum oder Diagramm oder für einen Bogen im Zusammenhangsdiagramm angezeigt werden. Welche Einstellungen angezeigt werden, hängt ganz davon ab, ob Sie einen Entscheidungsbaum, ein Zusammenhangsdiagramm, einen Zweig oder einen Bogen ausgewählt haben.

Anzeige von Einstellungen durch Auswahl von Elementen im Arbeitsblatt

Einstellungen können auch dadurch ausgewählt werden, dass Sie im Arbeitsblatt auf ein Objekt klicken, das irgendein Element in einem Entscheidungsmodell darstellt. Dabei müssen Sie wie folgt vorgehen:

- Bei Einstellungen für einen **Entscheidungsbaum** klicken Sie auf dessen Namen, der am Stamm des Baumes zu sehen ist.
- Bei Einstellungen für ein **Zusammenhangsdiagramm** klicken Sie ebenfalls auf dessen Namen, der oben links auf dem Arbeitsblatt zu sehen ist, in dem sich das Diagramm befindet.
- Bei Einstellungen für einen **Entscheidungsbaum**- oder **Zusammenhangsdiagrammknoten** klicken Sie auf den Namen des Knotens im Entscheidungsbaum oder Zusammenhangsdiagramms.
- Bei Einstellungen für einen **Zweig im Entscheidungsbaum** oder einen **Bogen im Zusammenhangsdiagramm** klicken Sie im Arbeitsblatt auf den betreffenden Zweig oder Bogen.

Anzeige von Einstellungen über das Symbol für **Bearbeiten**

Wenn auf das Symbol für **Bearbeiten** oder einen Befehl im Menü **Bearbeiten** geklickt wurde, werden die Einstellungen für das Modell oder den Knoten angezeigt, der oder das der aktuellen Zellenauswahl im Arbeitsblatt entspricht.

Befehl Modelleinstellungen

Zeigt die Einstellungen für das ausgewählte Modell (eines Entscheidungsbaums oder Zusammenhangsdiagramms) an.

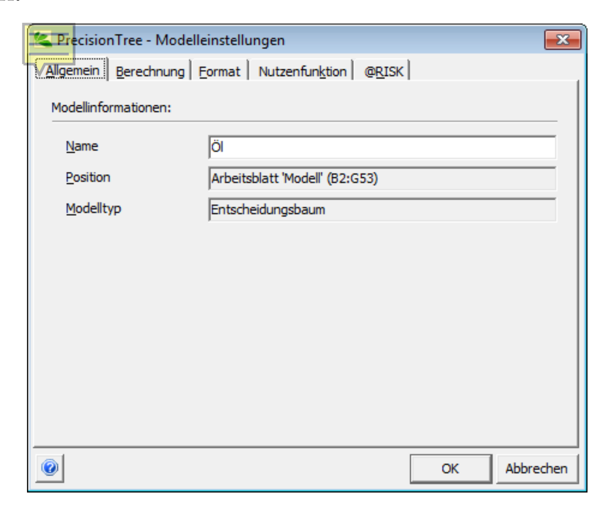
Bei den verfügbaren Modelleinstellungen handelt es sich um den Modellnamen, die Berechnungsoptionen für den Ablaufswert, die Pfadauswahl, die Zahlenformate, die Nutzenfunktionsangabe und die @RISK-Optionen. Auf diese Optionen kann über die einzelnen Registerkarten im Dialogfeld **Modelleinstellungen** zugegriffen werden.

(Um den Befehl **Modelleinstellungen** bei einem Entscheidungsbaum verwenden zu können, muss sich die aktive Zelle der Excel-Kalkulationstabelle innerhalb des Rechtecks befinden, das durch den ganz links und ganz rechts sowie den ganz oben und ganz unten befindlichen Knoten des Entscheidungsbaums gebildet wird.)

Hinweis: Um schnell auf das Dialogfeld **Modelleinstellungen** *zugreifen zu können, brauchen Sie nur am Stamm des Entscheidungsbaums auf dessen Namen oder oben links in der Kalkulationstabelle auf den Namen des Zusammenhangsdiagramms klicken.*

Registerkarte Allgemein – Befehl Modelleinstellungen

Zeigt die allgemeinen Einstellungen für das ausgewählte Modell an.



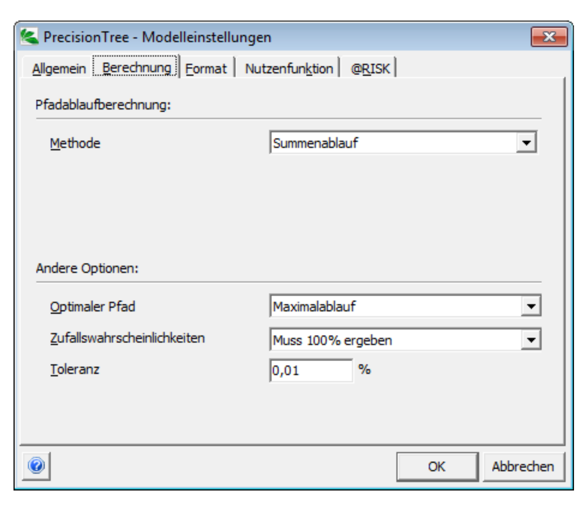
Die Registerkarte **Allgemein** im Dialogfeld **Modelleinstellungen** enthält folgende Optionen:

- **Name** – Durch diesen Eintrag wird der Name angegeben, durch den Ihr Modell in der Kalkulationstabelle identifiziert wird. Dieser Name wird auch verwendet, wenn Sie ein zu analysierendes Modell auswählen oder wenn Berichte und Diagramme benannt werden sollen.

Registerkarte Berechnung – Befehl Modelleinstellungen

Zeigt die Berechnungseinstellungen für das ausgewählte Modell an.

Auf der Registerkarte **Berechnung** im Dialogfeld **Modelleinstellungen** können die **Methode** für **Pfadablaufberechnung** und **Andere Optionen** eingestellt werden.



Pfadablauf-berechnung

Methode für Pfadablaufberechnung legt die Berechnungsmethode fest, die zum Berechnen der Ablaufswerte für die einzelnen durch ein Modell laufenden Pfade verwendet werden soll. Bei einem Entscheidungsbaum sind vier Optionen für die Ablaufsberechnung verfügbar – **Summenablauf, Ablaufsformel, Verknüpfte Kalkulationstabelle** und **VBA-Makro**. Bei einem Zusammenhangsdiagramm ist nur die standardmäßige Berechnungsmethode **Zusammenhangsdiagramm** verfügbar.

Für Entscheidungsbäume sind folgende Pfadablaufsmethoden verfügbar:

- **Summenablauf** – Die Summenmethode ist die einfachste Methode, um die Ablaufswerte für die einzelnen durch einen Entscheidungsbaum laufenden Pfade zu berechnen. Bei dieser Methode werden die Werte für die einzelnen Zweige auf einem durch den Entscheidungsbaum laufenden Pfad einfach zusammengezählt, um so den am Endknoten des betreffenden Pfades zu sehenden Ablaufswert zu berechnen. Im Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** können die für die einzelnen Knoten verwendeten Zweigwerte über die Optionen für Summenablaufsberechnung geändert werden. Weitere Informationen über diese Optionen sind in diesem Kapitel unter **Verwendung von Zweigdefinition** in der Beschreibung des im Menü **Bearbeiten** befindlichen Befehls **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** zu finden.

- **Ablaufsformel** – Diese Methode für die Ablaufsberechnung ermöglicht Ihnen, die Endknotenablaufswerte mithilfe einer Formel zu berechnen. Durch diese Formel kann auf Zweigwerte und Zweigwahrscheinlichkeiten des Pfades verwiesen werden, dessen Ablaufswert berechnet werden soll. Eine typisch einfache Ablaufsformel wäre z. B.:

  *=BranchVal("Preis";0)*BranchVal("Umsatzvolumen"; 0)-BranchVal("Kosten"; 0)*

  Wird ein Ablaufswert für einen Pfad mithilfe dieser Formel berechnet, wird der Wert für den Zweig auf dem vom Knoten *Preis* ausgehenden Pfad mit dem Wert des Zweiges auf dem vom Knoten *Umsatzvolumen* ausgehenden Pfad multipliziert. Anschließend wird der Wert für den Zweig auf dem vom Knoten *Kosten* ausgehenden Pfad vom Wert *Preis*Umsatzvolumen* subtrahiert, um den Ablaufswert für den Pfad zu berechnen.

  In das Dialogfeld **Modelleinstellungen** wird eine Standardablaufsformel eingegeben. Diese Formel wird dann automatisch im Baum auf alle Endknoten angewendet. Die Ablaufsformel für einen bestimmten Pfad kann jedoch nötigenfalls geändert werden, indem Sie auf den betreffenden Endknoten klicken.

In einer Ablaufsformel können zusätzlich zu einer Excel-Standardfunktion, einem Operator oder Zellverweis noch folgende zwei Funktionen verwendet werden:

- **BranchVal("Knotenname"; Wert fehlt)** – gibt den Wert für den Knotenzweig zurück, dem auf dem Pfad gefolgt wurde. Der fehlende Wert ist die Zahl (meistens 0), die verwendet werden sollte, wenn kein Knoten mit diesem Namen auf dem betreffenden Pfad vorhanden ist. Wenn die Ablaufsformel Knotennamen enthält, die auf jedem Pfad anzutreffen sind, ist das Argument *Wert fehlt* optional. Das wird in der Beispieldatei Ölbohrung 4 - Ablaufsformel-Methode.xlsx (oder .xls) veranschaulicht.
- **BranchProb("Knotenname"; Wert fehlt)** – gibt die Wahrscheinlichkeit für den Knotenzweig zurück, dem auf dem Pfad gefolgt wurde. Der fehlende Wert ist die Zahl (meistens 0), die verwendet werden sollte, wenn kein Knoten mit diesem Namen auf dem betreffenden Pfad vorhanden ist. Wenn die Ablaufsformel Knotennamen enthält, die auf jedem Pfad anzutreffen sind, ist das Argument *Wert fehlt* optional.

• **Verknüpfte Kalkulationstabelle** – Diese Ablaufsberechnungsmethode ermöglicht Ihnen, in einem Entscheidungsbaum sowohl Zweig- als auch Ablaufswerte mit Zellen zu verknüpfen, die sich in einem externen Excel-Modell befinden. Durch das Verknüpfen von Werten können die Endknotenablaufswerte mithilfe eines detaillierten Kalkulationstabellenmodells berechnet werden.

In einem verknüpften Entscheidungsbaum können die einzelnen Knoten mit einem Excel-Zellverweis oder einem Bereichsnamen verknüpft werden. Bei Neuberechnung eines verknüpften Entscheidungsbaums werden die Zweigwerte der einzelnen im Baum befindlichen Pfade gegen die dafür vorgesehenen Zellen im Excel-Modell ausgewechselt, sodass der Ablaufswert berechnet werden kann. Die Endknotenablaufswerte werden dann aus den Zellen genommen, die jeweils für den Ablaufswert angegeben wurden. Eine Veranschaulichung ist in der Beispieldatei ÖL – verknüpfter Baum.xls zu finden.

Für verknüpfte Bäume sind zwei zusätzliche Einstellungen – **Verknüpfungsaktualisierung** und **Standardzelle** – für das verknüpfte Modell verfügbar.

- Durch **Verknüpfungsaktualisierung** wird angegeben, ob PrecisionTree in einem verknüpften Baum bei jeder Bearbeitung des Baums oder des verknüpften Modells die Endknotenablaufswerte automatisch aktualisieren soll. Diese Option kann auf **Manuell** eingestellt werden, wenn es sich bei der Bearbeitung um einen großen verknüpften Baum handelt und daher durch die laufenden Neuberechnungen die Leistung beeinträchtigt werden kann. Wenn **Verknüpfungsaktualisierung** auf **Manuell** eingestellt ist, sollten Sie in der PrecisionTree-Symbolleiste auf das Symbol für **Modellverknüpfungen aktualisieren** klicken, um zu erzwingen, dass alle Endknotenablaufswerte entsprechend aktualisiert werden.
- Durch **Standardzelle** wird ein standardmäßiger Ablaufszellverweis oder Bereichsname angegeben. Dieser Zellverweis wird anfänglich in dem Entscheidungsbaum für alle neu erstellten Endknoten verwendet. Der standardmäßige Ablaufsverweis kann auf Endknotenbasis geändert werden, wenn die Ablaufswerte für den verknüpften Baum von einer anderen Zelle aus eingelesen werden sollten.

- **VBA-Makro –** Über die VBA-Makro-Methode für die Ablaufsberechnung können Sie einen Entscheidungsbaum mithilfe eines VBA-Makros berechnen. Um diese Methode verwenden zu können, müssen Sie Excel-VBA-Code schreiben können. Weitere Informationen sind im Beispielmodell Ölbohrung 5 -VBA-Makromethode.xlsx (oder .xls) zu finden.

  Das volle PrecisonTree6-Modell kann auch für Ihre eigenen Makros Verwendung finden. Dieses Modell wird aber in diesem Handbuch nicht detailliert besprochen. Das PrecisionTree-Programm enthält jedoch die umfassende Hilfedatei *PtreeOL6.chm*, in der dieses Modell im Einzelnen beschrieben wird. Insbesondere sollten Sie sich die Dokumentation für die Objekte *PTMacroPathCollection* und *PTMacroPath* ansehen.

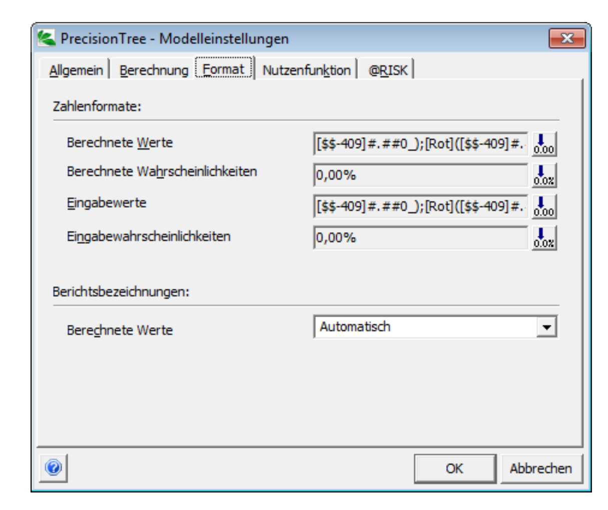
Andere Optionen

Im Dialogfeld **Modelleinstellungen** sind auf der Registerkarte **Berechnung** unter **Andere Optionen** folgende Optionen zu finden:

- **Optimaler Pfad** – legt fest, welche Kriterien PrecisionTree zur Auswahl des optimalen Pfades bei jedem Knoten im Modell verwenden soll. Zu diesem Zweck stehen zwei Optionen zur Verfügung. Wenn **Maximalablauf** ausgewählt ist, folgt PrecisionTree vom Entscheidungsknoten aus dem Pfad, der den höchsten erwarteten Wert oder Nutzen ergibt. Wenn **Minimalablauf** ausgewählt ist, folgt PrecisionTree vom Entscheidungsknoten aus dem Pfad, der den geringsten erwarteten Wert oder Nutzen ergibt.
- **Zufallswahrscheinlichkeiten –** legt fest, wie die Wahrscheinlichkeiten für Zufallsknoten eingegeben werden sollen. Es sind dafür zwei Optionen verfügbar:
  - **Muss 100 % ergeben –** Hierdurch wird festgelegt, dass die Wahrscheinlichkeiten für einen Zufallsknoten innerhalb der eingegebenen Toleranzbegrenzung immer insgesamt 100 % ergeben müssen, da sonst eine Fehlermeldung erscheint.
  - **Automatisch normiert** – Bei dieser Option normiert PrecisionTree die eingegebenen Wahrscheinlichkeitswerte für einen Zufallsknoten, sodass sie insgesamt den Wert 1 ergeben. Dies ist die Methode, die in PrecisionTree 1.0 für Zweigwahrscheinlichkeiten verwendet wurde.

Registerkarte Format – Befehl Modelleinstellungen

Zeigt die Zahlenformatseinstellungen für das ausgewählte Modell an.



Im Dialogfeld **Modelleinstellungen** sind auf der Registerkarte **Format** folgende Optionen für **Zahlenformate** verfügbar:

- **Berechnete Werte** – legt die Zahlenformatierung fest, die im Modell auf die berechneten Werte angewendet werden soll. Es handelt sich hier um die Werte, die durch PrecisionTree berechnet und zurückgegeben werden, wie z.B. die Ablaufswerte.

- **Berechnete Wahrscheinlichkeiten** – legt die Zahlenformatierung fest, die im Modell auf die berechneten Wahrscheinlichkeiten angewendet werden soll. Es handelt sich hier um die Wahrscheinlichkeiten, die durch PrecisionTree berechnet und zurückgegeben werden, wie z.B. die Ablaufswahrscheinlichkeiten.

- **Eingabewerte** – legt die Zahlenformatierung fest, die im Modell auf Eingabewerte (wie z.B. auf die vom Benutzer eingegebenen) angewendet werden soll.

- **Eingabewahrscheinlichkeiten** – legt die Zahlenformatierung fest, die im Modell auf die Eingabewahrscheinlichkeiten angewendet werden soll.

Für **Berichtsbezeichnungen** wird folgende Option verwendet:

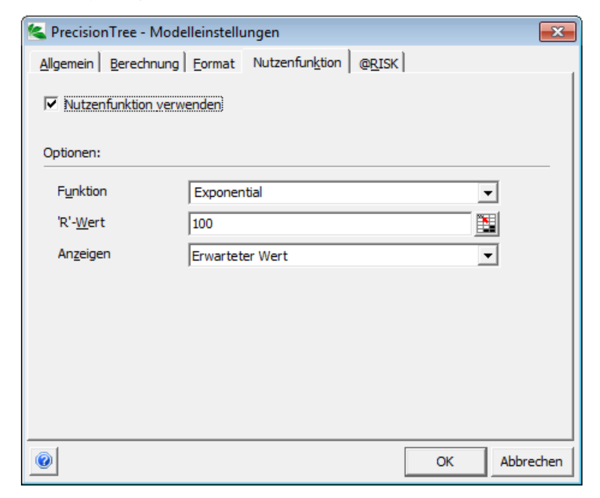
- **Berechnete Werte –** Diese Bezeichnung wird den berechneten Ausgabewerten gegeben, die in PrecisionTree-Berichten und -Diagrammen zu sehen sind. Diese Bezeichnungsmöglichkeit ist recht nützlich, um z.B. Berichten die beschreibende Bezeichnung *Projektprofite* hinzuzufügen. Durch **Automatisch** wird angegeben, dass PrecisionTree nötigenfalls automatisch Bezeichnungen aus dem Modell in den Berichten verwenden soll. Sie können aber auch Ihre eigenen Bezeichnungen verwenden, indem Sie den gewünschten Text in das Feld **Berechnete Werte** eingeben.

Registerkarte Nutzenfunktion – Befehl Modelleinstellungen

Zeigt die Nutzenfunktionseinstellungen für das ausgewählte Modell an.

Über die Registerkarte **Nutzenfunktion** können im Dialogfeld **Modelleinstellungen** die Einstellungen angegeben werden, die zu benutzen sind, wenn in einem Entscheidungsmodell irgendwelche Nutzenfunktionen verwendet werden sollen. Durch eine Nutzenfunktion werden die finanziellen Ablaufswerte eines Modells in einen anderen Messwert konvertiert – erwartete Nutzwerte. Dadurch soll die Risikobereitschaft oder Risikoscheu des Entscheidungsträgers in die Entscheidungsanalyse mit einbezogen werden.

Besondere Nutzenfunktionen werden eingesetzt, da eine Entscheidung durch die Risikobereitschaft einer Person (oder das Nichtvorhandensein solcher Bereitschaft) anders ausfallen kann, als das bei ausschließlicher Berücksichtigung von erwarteten Werten der Fall wäre. Mit anderen Worten, die optimale Entscheidung ist bei Berücksichtigung des Risikos vielleicht nicht diejenige, die den erwarteten Geldwert maximiert,



Die Registerkarte **Nutzenfunktion** im Dialogfeld **Modelleinstellungen** bietet folgende Optionen:

- **Nutzenfunktion verwenden** – legt fest, dass eine Nutzenfunktion verwendet werden soll, um die finanziellen Ablaufswerte des Entscheidungsbaums in die erwarteten Nutzwerte zu konvertieren.
- **Funktion** – legt fest, welche Nutzenfunktion verwendet werden soll – **Exponential, Logarithmisch** oder eine **Nutzenfunktion,** die Sie selbst in VBA definiert haben und mit der Bezeichnung UTILITY_ beginnt.
- **'R'-Wert –** . legt den für die ausgewählte Nutzenfunktion erwünschten R-Koeffizienten fest. (Beim R-Wert kann es sich um einen Excel-Zellverweis handeln.)
- **Anzeigen –** legt die Art von berechnetem Wert fest, der in dem Baum und den Berichten angezeigt werden soll, und zwar für Modelle, die eine Nutzenfunktion verwenden:
  - Durch **Erwarteter Wert** werden berechnete Werte in dem Baum angezeigt, was der Normalvorgang ist.
  - Durch **Erwarteter Nutzwert** wird die angegebene Nutzenfunktion verwendet, um die erwarteten Nutzwerte zu berechnen und diese im Baum anzuzeigen.
  - Durch **Gewissheitsäquivalent** werden die erwarteten Nutzwerte berechnet und dann in Geldbeträge konvertiert, die Sie akzeptieren würden, um eine riskante Entscheidung zu vermeiden.

Verwendung von Nutzenfunktionen

Aus der verwendeten Nutzenfunktion und dem eingegebenen Risiko-Koeffizienten geht die Risikobereitschaft des Entscheidungsträgers hervor. In PrecisionTree wird die Nutzenfunktion nur jeweils für einen bestimmten Baum ausgewählt. Mit anderen Worten, Sie können für jeden Baum eine eindeutige Nutzenfunktion und einen eindeutigen R-Koeffizienten auswählen.

PrecisionTree enthält eine exponentielle und eine logarithmische Nutzenfunktion, die Sie jederzeit verwenden können. Sie haben sogar die Möglichkeit, Ihre eigene Nutzenfunktion zu definieren, und zwar mithilfe der in Excel integrierten Programmiersprache VBA (Visual Basic for Applications). Nach Auswahl einer Nutzenfunktion werden die optimalen Pfade im Entscheidungsbaum ausgewählt, und zwar unter Verwendung von gewissheitsäquivalenten Werten anstatt von erwarteten Werten.

So wenden Sie eine Nutzenfunktion auf die Berechnungen eines Entscheidungsbaums an:

1) Klicken Sie auf das Kontrollkästchen **Nutzenfunktion verwenden**.
2) Wählen Sie eine der verfügbaren Nutzenfunktionen in der Dropdown-Liste aus oder geben Sie den Namen einer von Ihnen selbst definierten Nutzenfunktion ein.
3) Geben Sie den für die ausgewählte Nutzenfunktion erwünschten R-Koeffizienten ein.

Weitere Informationen über das Arbeiten mit Nutzenfunktionen finden Sie in **Anhang C: Nutzenfunktionen**.

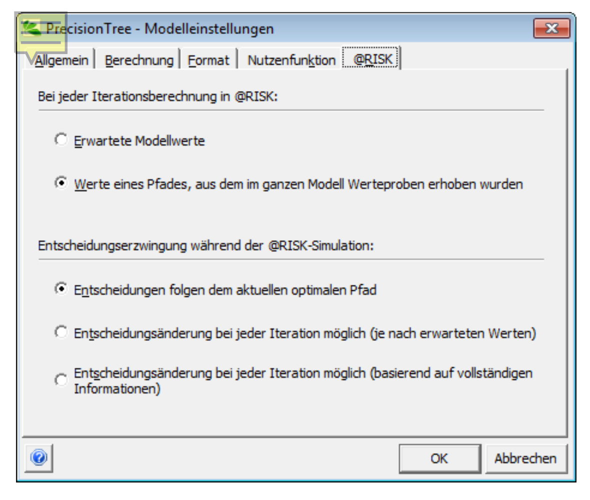
Definition Ihrer eigenen Nutzenfunktion

PrecisionTree erkennt jede öffentliche VBA-Funktion, die sich in einer geöffneten Excel-Datei befindet und dessen Name mit UTILITY_ beginnt, als eine gültige, benutzerdefinierte Nutzenfunktion. Eine Funktion mit dem Namen UTILITY_SQUAREROOT wäre beispielsweise eine gültige Nutzenfunktion. Es muss jedoch auch eine zweite Funktion, deren Name mit INVERSE_ beginnt (wie z.B. INVERSE_SQUAREROOT) zur Verfügung gestellt werden. Wenn Sie Ihre eigene Nutzenfunktion definiert haben, brauchen Sie nur den Namen dafür in die Dropdown-Liste eingeben. Weitere Informationen über das Definieren Ihrer eigenen Nutzenfunktionen finden Sie unter **Vom Benutzer definierte Nutzenfunktionen** in **Anhang C: Nutzenfunktionen.**

Registerkarte @RISK – Befehl Modelleinstellungen

Zeigt die @RISK-Einstellungen für das ausgewählte Modell an.

@RISK ist ein Add-In für Excel, durch das die Monte Carlo-Simulation ermöglicht wird, und ist als separates Programm von Palisade erhältlich. @RISK ist aber auch in der DecisionTools Suite enthalten. Über die Optionen auf der Registerkarte @RISK kann gesteuert werden, wie @RISK die Neuberechnung während einer Monte Carlo-Simulation eines Entscheidungsbaums oder Zusammenhangsdiagramms ausführen soll. Es sind zwei Sätze von Optionen verfügbar, die sich 1.) auf die Art der Neuberechnung während der einzelnen Iterationen einer Simulation und 2.) auf Entscheidungsänderungen während einer Simulation auswirken.



Bei jeder Iterations-berechnung in @RISK

Für die Neuberechnung während einer Simulation durch @RISK sind folgende Optionen verfügbar:

- **Erwartete Modellwerte** – veranlasst @RISK, bei jeder Iteration Werteproben aus allen Verteilungsfunktionen im Modell und allen zugehörigen Arbeitsblättern zu erheben. Danach wird das Modell unter Verwendung der erhobenen Werte neu berechnet, um neue erwartete Werte zu erstellen. Bei der Ausgabe der Simulation handelt es sich in der Regel um die Zelle, die den erwarteten Wert für das Modell enthält. Zum Abschluss wird eine Ausgabeverteilung generiert, die den möglichen zu erwartenden Werten für das Modell und auch der relativen Wahrscheinlichkeit deren Auftretens am besten entspricht.

- **Werte eines Pfades, aus dem im ganzen Modell Werteproben erhoben wurden** – veranlasst @RISK, bei jeder Iteration der Simulation Zufallswerteproben aus einem bestimmten Pfad im Modell zu erheben. Das heißt, der über die einzelnen Zufallsknoten verfolgte Zweig wird nach dem Zufallsverfahren ausgewählt, und zwar auf Basis der für diesen Zweig eingegebenen Wahrscheinlichkeitswerte. Bei dieser Methode brauchen im Modell keine Verteilungsfunktionen vorhanden zu sein. Werden solche Funktionen jedoch verwendet, werden durch jede Iteration neue Werteproben generiert und für die Pfadwertberechnung verwendet. Bei der Simulationsausgabe sollte es sich um die Zelle handeln, die den Modellwert enthält, wie z. B. den Stammknotenwert eines Entscheidungsbaums. Abschließend wird eine Ausgabeverteilung generiert, die den möglichen Modell-Ausgabewerten und deren Auftretenswahrscheinlichkeit am besten entspricht.

  Hinweis: Die Berechnung der Pfadmöglichkeiten und der erwarteten Knotenwerte ist in diesem Modus etwas merkwürdig. Es werden nur die Werte und Wahrscheinlichkeiten für den bei der betreffenden Iteration tatsächlich eingeschlagenen Pfad berechnet und alle anderen (absichtlich) als Fehlerwerte angezeigt.

Entscheidungs-erzwingung während der @RISK-Simulation

Die Optionen unter **Entscheidungserzwingung während der Simulation** veranlassen PrecisionTree, bei jeder Iteration einer @RISK-Simulation einen bestimmten Zweig von einem Entscheidungsknoten aus zu wählen und dadurch die automatische Pfadauswahl zu übergehen, die normalerweise durch PrecisionTree ausgeführt wird. Dadurch kann der optimale Pfad für einen Entscheidungsknoten beibehalten werden, selbst wenn sich die Werte für unbestimmte, dem Knoten folgende Zufallsereignisse während der Simulation ändern. Durch erzwungene Entscheidungen wird der durch Entscheidungsknoten ausgewählte Pfad beibehalten, und zwar genauso, wie das der Fall war, als der Baum mithilfe von erwarteten Werten analysiert wurde.

Erzwungene Entscheidungen können auch gezielt pro Knoten eingegeben werden, indem im Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** auf der Registerkarte **Zweige** die Option **Erzwingen** verwendet wird. Das würde z.B. geschehen, um einen Baum zu analysieren, wenn eine gewisse (und nicht unbedingt optimale) Entscheidung an einem bestimmten Knoten getroffen wird.

Für **Entscheidungserzwingung während der Simulation** sind drei Optionen verfügbar:

- Durch **Entscheidungen folgen dem aktuellen optimalen Pfad** wird festgelegt, dass alle Entscheidungsknoten dem ausgewählten Pfad folgen, wenn der Entscheidungsbaum unter Verwendung der erwarteten Werte berechnet wird. Die optimale Entscheidung für jeden Entscheidungsknoten wird sich bei den einzelnen Iterationen einer Simulation nicht ändern.
- Durch **Entscheidungsänderung bei jeder Iteration möglich (je nach erwarteten Werten)** ist es im simulierten Baum allen Entscheidungsknoten möglich, bei jeder Iteration dem optimalen Pfad zu folgen, der durch Verwendung der in der betreffenden Iteration berechneten erwarteten Werte bestimmt wurde. Mithilfe dieser Berechnung werden zuerst die erwarteten Werte für alle Zufallsknoten gesucht, und zwar unter Verwendung der Werteproben, die in der betreffenden Iteration für Verteilungsfunktionen zurückgegeben wurden. Für jeden Entscheidungsknoten wird dann mithilfe dieser für Zufallsknoten erwarteten Werte ein Pfad oder Zweig ausgewählt.
- Durch **Entscheidungsänderung bei jeder Iteration möglich (basierend auf vollständigen Informationen)** können alle Entscheidungsknoten im simulierten Baum bei jeder Iteration dem derzeit identifizierten optimalen Pfad folgen, und zwar auf Basis der aus den Zufallsknoten gewählten Zweigwerten. Mit anderen Worten, von jedem Entscheidungsknoten wird ein Pfad oder Zweig ausgewählt, wobei bereits bekannt ist, was das Ergebnis aus den einzelnen Zufallsknotenzweigen ist. Dadurch können Entscheidungen auf Basis von Ergebnissen aus unbestimmten zukünftigen Ereignissen einen Vorfall ändern, der sich nie ereignen könnte. Diese Option ermöglicht Ihnen jedoch, den Wert der vollständigen Informationen zu berechnen, d.h. den Wert Ihres Modells, wenn Sie genau wüssten, was sich in Zukunft abspielen würde.

Hinweis: *Die Option* **Entscheidungsänderung bei jeder Iteration möglich (basierend auf vollständigen Informationen)** *kann nur verwendet werden, wenn die Option* **Bei jeder Iterationsberechnung in @RISK** *auf* **Werte eines Pfades, aus dem im ganzen Modell Werteproben erhoben wurden** *eingestellt ist.*

Befehl Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten

Zeigt die Einstellungen für den ausgewählten Entscheidungsbaumknoten an.

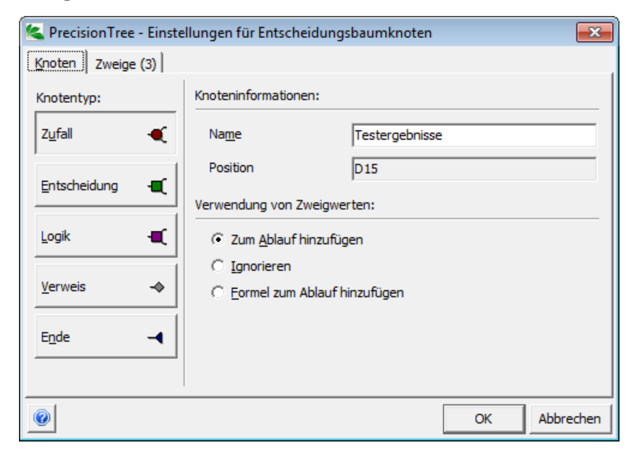
Über den Befehl **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** aus dem Menü **Bearbeiten** kann die aktuelle Definition für den ausgewählten Entscheidungsbaumknoten angezeigt werden. Es sind hier Einstellungen für Knotennamen, Zweiganzahl, Zellverweise zum Verknüpfen von Zweigwerten (für verknüpfte Bäume), Knotenzweigdefinitionen und (für Endknoten) für eine Ablaufswertformel verfügbar. Einige dieser Optionen für Knoteneinstellungen können sich je nach zu definierendem Knotentyp evtl. ändern.

Durch Klicken auf den gewünschten Entscheidungsbaumknoten kann schnell das Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** angezeigt werden. Sie können zu diesem Zweck aber auch den Befehl **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** aus dem Menü **Bearbeiten** verwenden, wenn es sich bei der aktiven Zelle um die Zelle mit dem Knotennamen oder um die Zelle mit dem erwarteten Knotenwert (ganz rechts vom Knoten) handelt.



Registerkarte Knoten – Befehl Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten

Zeigt die allgemeinen Einstellungen für den ausgewählten Entscheidungsbaumknoten an.



Auf der Registerkarte **Knoten** im Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Name –** Durch diesen Eintrag wird der Name angegeben, durch den der Knoten in der Kalkulationstabelle identifiziert werden kann. Sie können diesen Namen auch bearbeiten, indem Sie ihn direkt in die Kalkulationstabellenzelle ändern, in der der Knotenname zu sehen ist.

- **Knotentyp –** Durch Auswahl eines **Knotentyps** können Sie die Art des aktuellen Knotens ändern. Es sind fünf Knotentypen verfügbar:
  - **Zufall** – Ein roter Kreis, der sich auf ein Ereignis bezieht, das möglicherweise zu mehreren Ergebnissen führen kann, auf die der Entscheidungsträger keinen Einfluss hat.
  - **Entscheidung** – Ein grünes Quadrat, das ein Ereignis darstellt, bei dem der Entscheidungsträger eine von mehreren Optionen auswählen muss.
  - **Logik** – Ein violettes Quadrat, das ein Ereignis ähnlich dem Entscheidungsknoten darstellt. Der einzige Unterschied ist, dass die getroffene Entscheidung (d.h. der verfolgte Zweig) durch eine logische Formel bestimmt wird, die jeder Option zugewiesen ist. (Eine logische Formel, wie z.B. =A10>1000, ist in Excel immer eine Formel, die den Wert WAHR oder FALSCH zurückgibt.)
  - **Verweis** – Eine graue Raute, die eine Verknüpfung mit einem Satz von Ereignissen darstellt, die in einem separaten Entscheidungsbaum oder Unterbaum des aktuellen Entscheidungsbaums beschrieben werden.
  - **Ende** – Ein blaues Dreieck, das den Endpunkt eines durch einen Entscheidungsbaum laufenden Pfades darstellt.

Ein Knotentyp kann jederzeit geändert werden. Wenn das geschieht, werden die Zweigwerte und Zweigwahrscheinlichkeiten nötigenfalls beibehalten.

Je nach ausgewähltem Knotentyp und der unter **Modelleinstellungen** angegebenen Berechnungsmethode können die auf der Registerkarte **Knoten** verfügbaren Optionen aber unterschiedlich sein.

Verwendung von Zweigwerten

Über die Optionen unter **Verwendung von Zweigwerten** wird angegeben, wie die Knotenwerte bei Berechnung der Pfadabläufe verwendet werden sollen. Das geschieht bei Entscheidungs-, Zufalls- und Logikknoten in einem Modell, in dem unter **Modelleinstellungen** die Option **Pfadablaufberechnung** auf **Summenablauf** eingestellt ist. Es sind dann folgende Optionen verfügbar:

- **Zum Ablauf hinzufügen –** dadurch wird einfach der Zweigwert einem im Baum verlaufenden Pfad hinzugefügt. Wenn beispielsweise in der Kalkulationstabelle ein Wert von 100 für einen Zweig eingegeben wird, fügt PrecisionTree diesen Wert dem Ablaufswert eines im Baum verlaufenden Pfades hinzu, der diesen Zweig enthält.

- **Ignorieren –** Wenn diese Option gewählt wird, werden die Zweigwerte des betreffenden Knotens bei den Berechnungen des Summenablaufs vollkommen ignoriert (d.h., aus diesen Berechnungen vollkommen entfernt). Diese Option könnte nützlich sein, wenn Sie beispielsweise in Ihrem Entscheidungsbaum einen Satz von Zweigwerten anzeigen möchten, die eine unterschiedliche Entscheidung oder Zufallsoptionen darstellen, aber während der Berechnungen des Summenablaufs unberücksichtigt bleiben sollen.

- **Formel zum Ablauf hinzufügen –** Mitunter möchten Sie vielleicht in der Kalkulationstabelle einen Satz von Zweigwerten anzeigen, aber unterschiedliche Werte in den Ablaufsberechnungen verwenden. Das kann dadurch erreicht werden, dass Sie diese Option auswählen und dann die gewünschte Formel eingeben. Angenommen, vom Zufallsknoten *Tägliches Ölbohrungsergebnis* gehen drei Zweige aus, die in der Kalkulationstabelle die Werte *1000 Barrels pro Tag, 2000 Barrels pro Tag* und *3000 Barrels pro Tag* zeigen. Aus diesen Zweigwerten geht hervor, was die möglichen Ergebnisse aus diesem Knoten sind und, dass diese Ergebnisse in Einheiten gemessen werden, die für den betreffenden Knoten passend sind. Für die Ablaufsberechnungen sollte jedoch eine Geldeinheit verwendet werden. In diesem Fall verwenden wir die einfache Ablaufsformel:

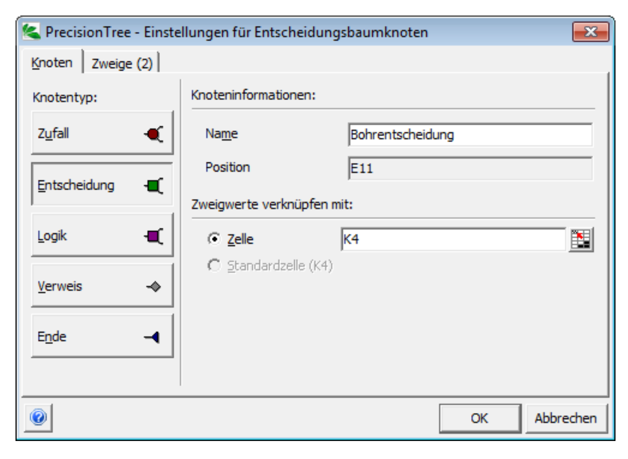
  *=BranchVal*70,*

  wobei 70 der Ölpreis pro Barrel ist. Dadurch würden die angezeigten Zweigwerte bei den Ablaufsberechnungen in Geldeinheiten konvertiert.

Zweigwerte verknüpfen mit

Durch die verknüpfte Zelle wird der Zellverweis angegeben, der in einem verknüpften Entscheidungsbaum mit dem aktuellen Knoten verknüpft werden soll. Diese Option wird bei Entscheidungs-, Zufalls- und Logikknoten in einem Modell verwendet, in dem unter **Modelleinstellungen** die Option **Pfadablaufberechnung** auf **Verknüpfte Kalkulationstabelle** eingestellt ist.

Bei Erstellung eines verknüpften Baums werden in einem Excel-Modell die Knotenwerte mit Zellverweisen verknüpft. Im Dialogfeld Knoteneinstellungen wird für alle Knotentypen die Option **Zweigwerte verknüpften mit: Zelle** angezeigt. Für Endknoten ist im Dialogfeld **Knoteneinstellungen** auch die Option **Standardzelle** zu sehen, um die verknüpfte Standardzelle anzuzeigen, die dazu verwendet wird, Werte an eine Endknoten-Ablaufsoption zurückzugeben.



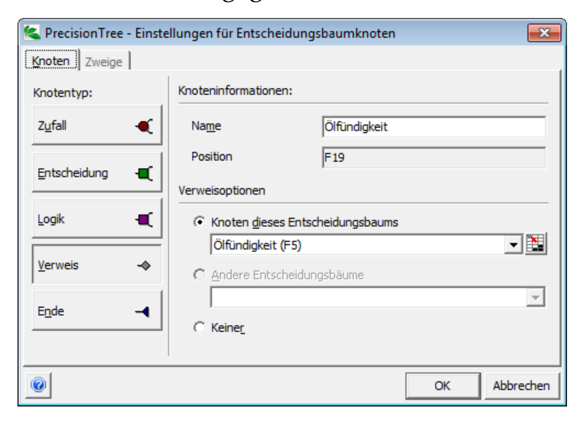
Verknüpfungs-methode

Im Excel-Kalkulationstabellenmodell werden die Endknoten-Ablaufswerte in einem verknüpften Baum dadurch berechnet, dass die Zweigwerte an den dafür vorgesehenen Stellen platziert werden. Bei Zweigen aus Entscheidungs-, Zufalls- und Logikknoten werden die Zweigwerte für den Knoten in die Zelle eingefügt, die über die Option **Zweigwerte verknüpfen mit** angegeben wurde. Bei Endknoten wird der Wert, der in der über die Option **Zweigwerte verknüpfen mit** angegebenen Zelle (gewöhnlich die verknüpfte Standardzelle des Modells) berechnet wurde, an den Endknoten zurückgegeben.

Bei Berechnung des Wertes eines Pfades im Baum fügt PrecisionTree den Wert für die einzelnen Pfadzweige in die jeweils dafür angegebene Zelle ein. Anschließend wird durch Excel unter Verwendung der eingefügten Werte ein neuer Ablaufswert berechnet und an den Endknoten des Pfades zurückgegeben. Eine Abbildung ist in der Beispieldatei Einfach verknüpfter Baum.xlsx (oder .xls) zu finden.

Verweisoptionen

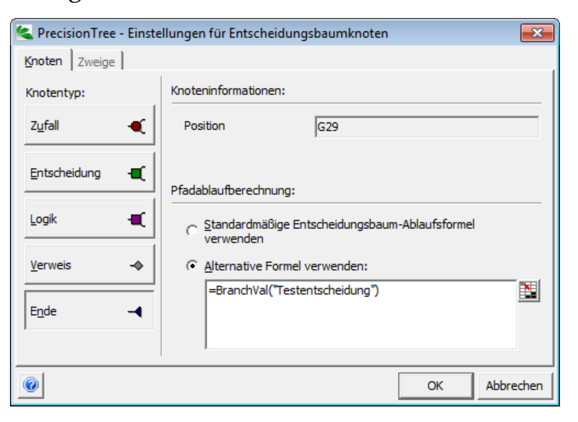
Bei Verweisknoten wird über die **Verweisoptionen** die Position des Baumes oder Unterbaumes angegeben, auf den der Knoten verweist.



Zum Verweisen auf Entscheidungsbäume stehen zwei Optionen zur Verfügung – **Knoten dieses Baumes** und **Anderer Entscheidungsbaum**. **Knoten dieses Baumes** ist ein Unterbaum, der an einem anderen Knoten im Baum beginnt, wo sich der Verweisknoten befindet. **Anderer Entscheidungsbaum** verweist auf einen eindeutigen Baum, der seinen eigenen Startknoten hat. Geben Sie einen Zellverweis ein, indem Sie auf eine Zelle klicken, die den Namen oder den Wert des Knotens enthält. Hinweis: Beim Verweisen auf einen anderen Entscheidungsbaum muss für beide Bäume im Dialogfeld **Modelleinstellungen** die gleiche Methode für die Pfadablaufberechnung eingestellt sein.

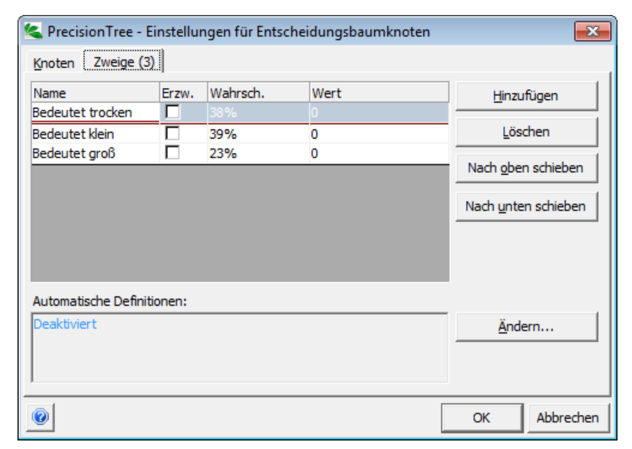
Pfadablauf-berechnung

Durch die Pfadablaufberechnung wird angegeben, ob in einem Formelbaum beim Berechnen der Ablaufswerte die Standardablaufsformel oder eine alternative Formel verwendet werden soll. Diese Option wird bei Endknoten in einem Modell verwendet, in dem unter **Modelleinstellungen** die Option **Pfadablaufberechnung** auf **Ablaufformel** eingestellt ist.



Registerkarte Zweige – Befehl Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten

Zeigt die Zweiginformationen für den ausgewählten Entscheidungsbaumknoten an.



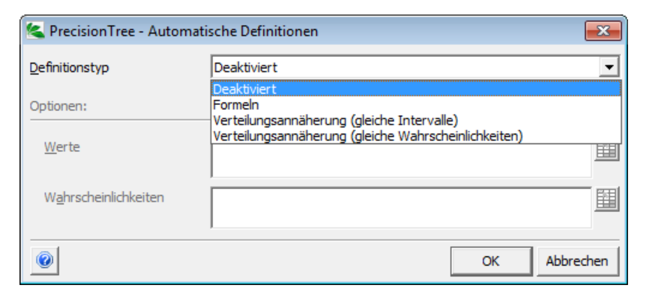
In der angezeigten Tabelle können Namen, Werte und Wahrscheinlichkeiten für Zweige bearbeitet werden. Die hier vorgenommenen Änderungen werden erst auf den Entscheidungsbaum angewendet, wenn Sie das Dialogfeld **Knoteneinstellungen** beendet haben.

Auf der Registerkarte **Zweige** im Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaumknoten** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Hinzufügen** – fügt der angezeigten Tabelle einen neuen Zweig hinzu.
- **Löschen –** löscht den ausgewählten Zweig aus der angezeigten Tabelle.
- **Nach oben oder unten schieben –** ändert die Position des ausgewählten Zweiges. Durch die Doppellinie in der Tabelle wird gezeigt, wo sich der Knoten befindet. Zweige, die sich im Baum oberhalb dieser Linie befinden, werden oberhalb des Knotens angezeigt. Zweige, die sich unterhalb dieser Linie befinden, sind dementsprechend unterhalb des Knotens zu sehen.

- **Erzwingen –** Dieses Kontrollkästchen wird in der angezeigten Tabelle dazu verwendet, PrecisionTree dazu zu zwingen, diesem Zweig zu folgen, und zwar ganz unabhängig davon, welcher Pfad von PrecisionTree als optimaler Pfad erkannt wurde. Der somit erzwungene Pfad wird in Rot angezeigt und im Modell werden dann alle berechneten Werte entsprechend aktualisiert, um zu zeigen, dass nur noch der erzwungene Zweig verwendet wird. Das Erzwingen eines Zweiges ist besonders sinnvoll, wenn die im Baum dargestellte Ereignisfolge bereits stattgefunden hat und Sie somit die entsprechenden Ergebnisse bereits kennen.
- **Automatische Definitionen –** Durch Klicken auf die Schaltfläche **Ändern** wird das Dialogfeld **Automatische Definitionen** angezeigt, in dem die Zweige für einen Knoten automatisch definiert werden können.

***Dialogfeld* Automatische Definitionen**



Für einen Zufallsknoten kann PrecisionTree automatisch die Zweigwahrscheinlichkeiten festlegen, und zwar unter Verwendung einer von Ihnen angegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion. Das ist dann ein **verteilter Zufallsknoten**. Ein solcher Knoten wird verwendet, wenn die Zweigwahrscheinlichkeiten der relativen Wahrscheinlichkeitsform entsprechen sollen, die durch eine kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben wurde.

Wählen Sie im Dialogfeld **Automatische Definitionen** die gewünschte Wahrscheinlichkeitsverteilung in der Dropdown-Liste **Definitionstyp** aus. Für jeden der angezeigten Verteilungstypen müssen Sie einen Satz von Verteilungsargumenten eingeben, um die Verteilung zu definieren, die PrecisionTree zum Berechnen der Zweigwahrscheinlichkeiten verwenden soll. Für diese Verteilungen werden dieselbe Nomenklatur und Syntax wie für die @RISK-Software von Palisade verwendet.

Für einen verteilten Zufallsknoten sind folgende Optionen verfügbar:

- **Verteilungsannäherung (gleiche Intervalle) –** Durch diese Option werden gleichmäßig verteilte Bins im gesamten Min-Max-Bereich der von Ihnen angegebenen Verteilung erstellt. Bei der Anzahl der Bins handelt es sich um die Anzahl der Zweige, die von dem Zufallsknoten ausgehen. Anschließend werden dann die mit diesen Bins verbundenen Wahrscheinlichkeiten berechnet und einheitlich normiert. Aus den Mittelpunkten dieser Bins entstehen die Zweigwerte des Zufallsknotens, während die normierten Wahrscheinlichkeiten dann die Zweigwahrscheinlichkeiten darstellen. Falls es sich um eine asymptotische Verteilung (d.h., um eine Verteilung mit unendlichem Minimal- oder Maximalwert) handelt, wird der Minimalwert bei 1 % und der Maximalwert bei 99 % der Summenverteilung erreicht.

- **Verteilungsannäherung (gleiche Wahrscheinlichkeiten) –** Durch diese Option werden 100 % durch die Zweiganzahl dividiert, um die Wahrscheinlichkeit für jeden Zweig zu errechnen. Um die entsprechenden Werte zu bestimmen, wird die Summe durch die Summenverteilungsfunktion in gleichmäßig große Wahrscheinlichkeits-Bins aufgeteilt. Der mit den einzelnen Zweigen verbundene Wert ist jeweils der entsprechende Mittelpunkt in den einzelnen Bins.

- **Formel –** Für Entscheidungs-, Zufalls- und Logikknoten kann eine benutzerdefinierte Formel verwendet werden, um allen vom aktuellen Knoten ausgehenden Zweigen schnell Zweigwerte und -wahrscheinlichkeiten zuzuweisen. Bei dieser Formel kann es sich um jede beliebige Excel-Standardformel handeln, die irgendeine gültige Excel-Funktion und auch einen Zellverweis oder Operator enthalten kann. Auch können gebräuchliche Schlüsselwörter dazu verwendet werden, um den Wert zu ändern, der durch die Formel pro Zweig berechnet wird. Durch Eingabe von **BranchNum** (für Zweignummer) kann über die Formel ein Wert berechnet werden, der sich von Zweig zu Zweig ändert. Durch die Werteformel

  *=BranchNum*1000*

  würde beispielsweise automatisch ein Wert von 1000 in den obersten oder ersten, ein Wert von 2000 in den zweiten, ein Wert von 3000 in den dritten usw. Zweig eines Knotens eingegeben werden.

Gebräuchliche Schlüsselwörter für Zweig- und Ablaufsformeln

Es sind mehrere gebräuchliche Schlüsselwörter verfügbar, die in Zweigwerts-, Wahrscheinlichkeits- und Ablaufsformeln eingebettet werden können. Einige dieser Schlüsselwörter können nur für bestimmte Formeln verwendet werden. Das Schlüsselwort *BranchVal* kann beispielsweise nicht in einer Formel verwendet werden, durch die der Zweigwert definiert wird. Folgende Schlüsselwörter stehen zur Verfügung:

- **BranchNum** – Dies ist die Nummer des Zweiges, für den die Formel ausgewertet wird. Die Zweignummern beginnen mit dem obersten Zweig (1) und werden von dort aus mit jedem weiteren Zweig hochgezählt.
- **BranchVal** – Dies ist der Wert des Zweiges, für den die Formel ausgewertet wird (bezieht sich nur auf Wahrscheinlichkeits- und Ablaufsformeln).
- **BranchProb** – Dies ist die Wahrscheinlichkeit des Zweiges, für den die Formel ausgewertet wird (bezieht sich nur auf Werte- und Ablaufsformeln).
- **TotalBranches** – Dies ist die Gesamtanzahl der Zweige, die vom Knoten ausgehen.

Hinweis: In einer Zweigformel kann jede beliebige gültige Excel-Formelnotation verwendet werden.

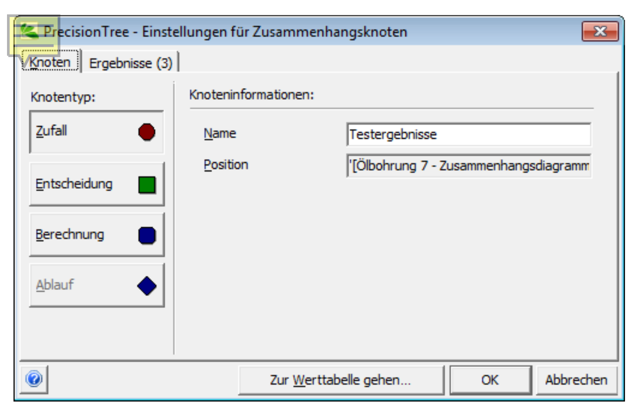
Befehl Einstellungen für Zusammenhangsknoten

Zeigt die Einstellungen für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammknoten an.

Über den Befehl **Einstellungen für Zusammenhangsknoten** aus dem Menü **Bearbeiten** können die Einstellungen für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammknoten angezeigt werden. Es sind die Einstellungen für Knotentyp, Knotenname, Anzahl der Ergebnisse sowie deren Bezeichnungen zu sehen. Auch ist eine Option vorhanden, über die eine Wertetabelle für den Knoten angezeigt werden kann.

Registerkarte Knoten – Befehl Einstellungen für Zusammenhangsknoten

Zeigt die allgemeinen Einstellungen für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammknoten an.



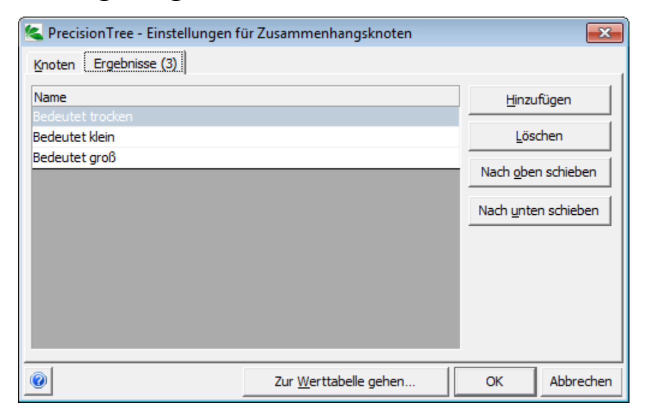
Auf der Registerkarte **Knoten** des Dialogfelds **Einstellungen für Zusammenhangsknoten** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Knotentyp –** Über das Symbol für **Knotentyp** können Sie den Knotentyp des aktuellen Zusammenhangsdiagramms ändern. Der Knotentyp kann jederzeit geändert werden. Wenn das geschieht, werden Ergebnisbezeichnungen, Werte und Wahrscheinlichkeiten u.U. beibehalten. Es sind vier Knotentypen verfügbar:
  - **Zufall** – ein roter Kreis, der sich auf ein Ereignis bezieht, das möglicherweise zu mehreren Ergebnissen führen kann, auf die der Entscheidungsträger keinen Einfluss hat.
  - **Entscheidung** – ein grünes Quadrat, das ein Ereignis darstellt, bei dem der Entscheidungsträger eine von mehreren Optionen auswählen muss.
  - **Berechnung** – ein blaues, gerundetes Rechteck, das eine Berechnung darstellt, durch die Werte aus den Vorgängerknoten genommen und durch Formeln zu neuen Werten kombiniert werden. Bei einem Berechnungsknoten ist keine Unbestimmtheit und sind auch keine anderen Optionen vorhanden.
  - **Ablauf** – eine blaue Raute, die die endgültige Ablaufsberechnung oder das Ergebnis für das Modell darstellt.

- **Name –** Durch diesen Eintrag wird der Name angegeben, durch den der Noten in der Kalkulationstabelle identifiziert werden kann. Dieser Name kann auch bearbeitet werden, indem Sie im Knotensymbol auf den aktuellen Knotennamen klicken.

Registerkarte Ergebnisse – Befehl Einstellungen für Zusammenhangsknoten

Zeigt die Ergebnisnamen für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammknoten an.



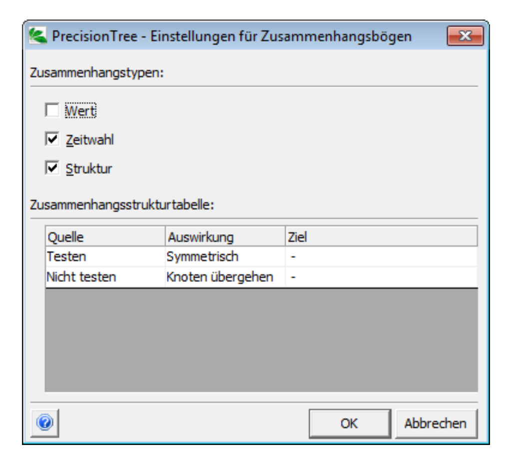
Die Ergebnisnamen für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammknoten können auf der Registerkarte **Ergebnisse** in die Tabelle eingegeben oder auch dort bearbeitet werden. Auf der Registerkarte **Ergebnisse** des Dialogfelds **Einstellungen für Zusammenhangsknoten** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Hinzufügen** – fügt der angezeigten Tabelle ein neues Ergebnis hinzu.
- **Löschen –** löscht das ausgewählte Ergebnis in der angezeigten Tabelle.
- **Nach oben oder unten schieben –** ändert die Position eines Ergebnisses. Bei Konvertierung eines Diagramms in einen Entscheidungsbaum wird durch die Reihenfolge der Ergebnisse die Position der einzelnen Zweige bestimmt.

Befehl Einstellungen für Zusammenhangsbogen

Zeigt die Einstellungen für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammbogen an.

In PrecisionTree können in einem Zusammenhangsdiagramm für einen Bogen zwischen den Knoten drei Zusammenhangstypen angegeben werden – **Wert, Timing** und **Struktur**. Durch Klicken auf einen Bogen in einem Zusammenhangsdiagramm wird das Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** angezeigt, in dem Sie die Art des Zusammenhangs angeben können, der zwischen Vorgänger- und Nachfolgeknoten besteht.



Je nach Art des Vorgänger- und Nachfolgeknotens und je nach Zusammenhang zwischen diesen beiden Knoten ist es vielleicht erforderlich, mehrere Zusammenhangstypen auszuwählen. Ein Zufallsknoten, der sich auf die Werte eines Entscheidungsknotens auswirkt, steht sicherlich auch in Zusammenhang mit dem Timing des Entscheidungsknotens. Mit anderen Worten, das Zufallsereignis muss der Entscheidung vorausgehen.

In einem Zusammenhangsdiagramm geht der gewählte Zusammenhangstyp aus der Art des angezeigten Bogens hervor.

Eine **durchgehende schwarze Linie** weist auf einen **wertmäßigen** Zusammenhang hin, während aus einer **gestrichelten Linie** hervorgeht, dass **kein wertmäßiger** Zusammenhang besteht..

Eine **ausgefüllte Pfeilspitze** bedeutet einen zeitlichen Zusammenhang (**Timing**) und eine **nicht ausgefüllte Pfeilspitze** zeigt, dass **kein Timing** involviert ist.

Eine **gestrichelte Linie** (**kein wertmäßiger** Zusammenhang) mit einer **nicht ausgefüllten Pfeilspitze** (**kein Timing-**Zusammenhang) bedeutet, dass nur ein **struktureller** Zusammenhang besteht.

Zusammenhangs-typen

In Bezug auf Zusammenhangstypen sind folgende Optionen verfügbar:

- **Zusammenhangstyp *Wert***. Durch einen wertmäßigen Zusammenhang wird angegeben, dass die Werte für den Nachfolgeknoten durch die Ergebnisse für den Vorgängerknoten beeinflusst werden. Wenn es sich bei dem Vorgängerknoten um einen Entscheidungsknoten handelt, können nur Werte beeinflusst werden. Wenn es sich dagegen um einen Zufallsknoten handelt, kann sich der Zusammenhang sowohl auf Werte als auch auf Wahrscheinlichkeiten beziehen.

  Wenn ein wertmäßiger Zusammenhang vorhanden ist, müssen Sie bei jedem Nachfolgeknotenergebnis unterschiedliche Werte für die einzelnen Vorgängerknotenergebnisse eingeben. Angenommen, der Vorgänger-Zufallsknoten *Preis* zeigt die beiden Ergebnisse *Niedrig* und *Hoch*. Dieser Knoten hat einen wertmäßigen Einfluss auf den Zufallsknoten *Umsatzvolumen*, für den drei mögliche Ergebnisse vorhanden sind, nämlich *Niedrig, Mittelmäßig* und *Hoch*. Da ein wertmäßiger Zusammenhang besteht, müssen Sie bei jedem *Umsatzvolumen*-Ergebnis einen Wert und eine Wahrscheinlichkeit für die einzelnen Niveaus des Vorgängerknotens *Preis* eingeben.

  Alle zu einem Berechnungsknoten führenden Bögen müssen Einfluss auf den Wert haben, da ein Berechnungsknoten die Ergebniswerte aus den Vorgängerknoten vereint, um daraus dann neue Werte zu berechnen Mit Berechnungsknoten sind keine neuen Ergebnisse oder Unbestimmtheiten verbunden.

- **Zusammenhangstyp *Timing*.** Durch Timing wird gezeigt, dass der Bogen zwischen zwei Knoten in einem Zusammenhangsdiagramm eine zeitliche Abhängigkeit darstellt. Mit anderen Worten, der Vorgängerknoten muss, zeitlich gesehen, immer vor dem Nachfolgeknoten auftreten. Wenn ein Knoten, zeitlich gesehen, mit einem anderen Knoten in Zusammenhang steht, muss der Vorgängerknoten in einem aus dem Zusammenhangsdiagramm erstellten Entscheidungsbaum vor dem, d.h. links vom Nachfolgeknoten platziert werden.

- **Zusammenhangstyp *Struktur***. Ein struktureller Zusammenhang lässt dagegen darauf schließen, dass die Struktur der Nachfolgeknoten-Ergebnisse durch die Ergebnisse des Vorgängerknotens beeinflusst wird. Struktureller Zusammenhang wird durch das Ergebnis des Vorgängerknotens angegeben, d.h., jedes mögliche Ergebnis des Vorgängerknotens kann Einfluss auf die Art der Nachfolgeknoten-Ergebnisse haben.

  Bei einem strukturellen Zusammenhang können die Ergebnisse des Nachfolgeknotens je nach Ergebnis des Vorgängerknotens u.U. erzwungen oder übergangen werden. Bei einem Zusammenhang zwischen *Preis* und *Umsatzvolumen* (bei dem *Preis* der Vorgängerknoten und *Umsatzvolumen* der Nachfolgeknoten ist) kann ein niedriger Preis z.B. ein hohes Umsatzvolumen verursachen.

Struktureller Zusammenhang kann dazu verwendet werden, Zusammenhangsdiagramme in asymmetrische Entscheidungsbäume zu konvertieren oder in Bäume, in denen nicht alle möglichen Zweige (die sämtlichen im Zusammenhangsdiagramm definierten möglichen Ergebnissen entsprechen) eingezeichnet sind. Asymmetrische Bäume kommen recht häufig vor. Das im Kapitel *Überblick über PrecisionTree* beschriebene Ölbohrungsbeispiel enthält z.B. einen asymmetrischen Baum, da die Entscheidung *Nicht testen* und die nachfolgende Entscheidung *Nicht bohren* nicht die gleiche Knoten- und Zweigstruktur haben wie der Abschnitt des Baumes, in dem die Entscheidung *Testen* getroffen wird.

Optionen für Struktur-Zusammenhang.

Die folgenden Arten von Struktur-Zusammenhang können für ein Ergebnis des Vorgängerknotens in Bezug auf die Ergebnisse des Nachfolgeknotens angegeben werden. Wenn Sie im Dialogfeld **Einstellungen für Zusammenhangsbogen** einen strukturellen Zusammenhang auswählen, beschreiben Sie damit den Strukturtyp in der Spalte **Wirkung** der **Zusammenhangsstrukturtabelle**.

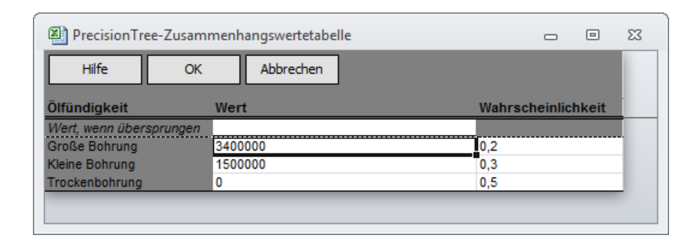
- **Symmetrisch** – dies ist der Standardwert für Fälle, in denen kein struktureller Zusammenhang vorhanden ist. Falls das angegebene Ergebnis eintritt und **Symmetrisch** ausgewählt ist, sind sämtliche Ergebnisse des Nachfolgeknotens möglich. In einem konvertierten Entscheidungsbaum werden alle vom Nachfolgeknoten ausgehenden Zweige angezeigt, wenn dem durch das angegebene Ergebnis identifizierten Pfad gefolgt wird.
- **Knoten übergehen** – zeigt an, dass alle Ergebnisse des Nachfolgeknotens übergangen werden, wenn das angegebene Ergebnis eintritt. In einem konvertierten Entscheidungsbaum wird der Nachfolgeknoten nicht mit einbezogen, wenn dem durch das angegebene Ergebnis identifizierten Pfad gefolgt wird.
- **Goto Ablauf** – weist darauf hin, dass alle nachfolgenden Knoten und Ergebnisse beseitigt werden, wenn das angegebene Ergebnis eintritt. In einem konvertierten Entscheidungsbaum wird der durch das angegebene Ergebnis identifizierte Pfad an einem Endknoten beendet.
- **Erzwingen** – gibt zu erkennen, dass ein bestimmtes Ergebnis für den Nachfolgeknoten eintreten wird, wenn sich das angegebene Ergebnis für den Vorgängerknoten ereignet. Das Ergebnis für den Nachfolgeknoten wird aus dem Eintrag **Zielergebnis** in der Tabelle gewählt.
- **Beseitigen** – weist darauf hin, dass ein bestimmtes Ergebnis für den Nachfolgeknoten beseitigt wird, wenn sich das angegebene Ergebnis für den Vorgängerknoten ereignet. Das aus dem Nachfolgeknoten zu beseitigende Ergebnis wird aus dem Eintrag **Zielergebnis** in der Tabelle gewählt.

Befehl Zusammenhangswertetabelle

Zeigt die Wertetabelle für den ausgewählten Zusammenhangsdiagrammknoten an.

Im Menü **Bearbeiten** kann über den Befehl **Zusammenhangswertetabelle** die Wertetabelle für einen Zusammenhangsdiagrammknoten angezeigt werden. Zu diesem Zweck kann aber auch mit der rechten Maustaste auf den betreffenden Zusammenhangsdiagrammknoten geklickt und dann im Kontextmenü die Option **Zusammenhangswertetabelle** gewählt werden. Die Wertetabelle wird dazu verwendet, die Werte für die möglichen Ergebnisse des Knotens (und bei einem Zufallsknoten die Wahrscheinlichkeiten dieser Ergebnisse) einzugeben. Für jede mögliche Wertekombination des Vorgänger- oder beeinflussenden Knotens wird ein Wert eingegeben.





Bei Wertetabellen handelt es sich um standardmäßige Excel-Kalkulationstabellen, die Werte, Formeln und Zellverweise enthalten können (Informationen über Zellverweise in der Wertetabelle sind im Namensfeld der Excel-Symbolleiste zu finden). Werte und Formeln können auf andere Zellen verweisen (einschließlich für Vorgängerzellen gezeigter Ergebnisse), die sich entweder in der angezeigten Wertetabelle oder auch in anderen geöffneten Arbeitsblättern befinden. Außerdem können in einer Wertetabelle standardmäßige Excel-Befehle zum Kopieren von Werten und Formeln verwendet werden.

Wenn Sie in einer Formel auf eine Zelle verweisen, in der sich der Name eines Ergebnisses befindet, wird PrecisionTree dadurch angewiesen, beim Erstellen des entsprechenden Wertes in der Wertetabelle die Werte des ausgewählten Ergebnisses zu verwenden.

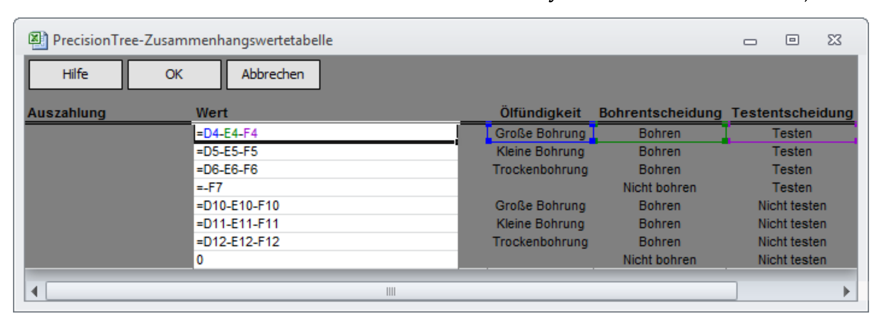
Durch die Option **Zufallswahrscheinlichkeiten** auf der Registerkarte **Berechnung** im Dialogfeld Modelleinstellungen wird angegeben, wie die Wahrscheinlichkeiten für den Zufallsknoten eingegeben werden sollen. Bei Auswahl von Automatisch normiert werden die eingegebenen Wahrscheinlichkeitswerte für einen Zufallsknoten durch PrecisionTree automatisch normiert, sodass sie insgesamt den Wert 1 ergeben. Dies ist die Methode, die in früheren PrecisionTree-Versionen für Zweigwahrscheinlichkeiten verwendet wurde.

In der Zusammenhangswertetabelle sind folgende Optionen verfügbar:

- **Wert, wenn übersprungen** – Durch diesen Eintrag wird der Wert angegeben, der bei Ablaufsberechnungen für den Knoten verwendet werden soll, wenn dieser Knoten wegen des strukturellen Zusammenhangs der in den Knoten führenden Bögen übergangen wurde. In dem Zusammenhangsdiagramm eines Ölbohrmodells wird der Knoten *Ölfündigkeit* beispielsweise übergangen, wenn der Knoten **Bohrentscheidung d**as Ergebnis *Nicht bohren* zeigt. In diesem Fall ist der *Wert, wenn übersprungen* für *Ölfündigkeit* gleich 0 und dieser Wert würde dementsprechend in der Ablaufberechnungsformel *Ölfündigkeit–Bohrtestkosten-Bohrkosten* verwendet. Der *Wert, wenn übersprungen* ist praktisch der Standardwert für den Knoten. In vielen Fällen ist dieser Wert gleich Null, aber das braucht nicht immer der Fall sein.

Werte für Auszahlungsknoten

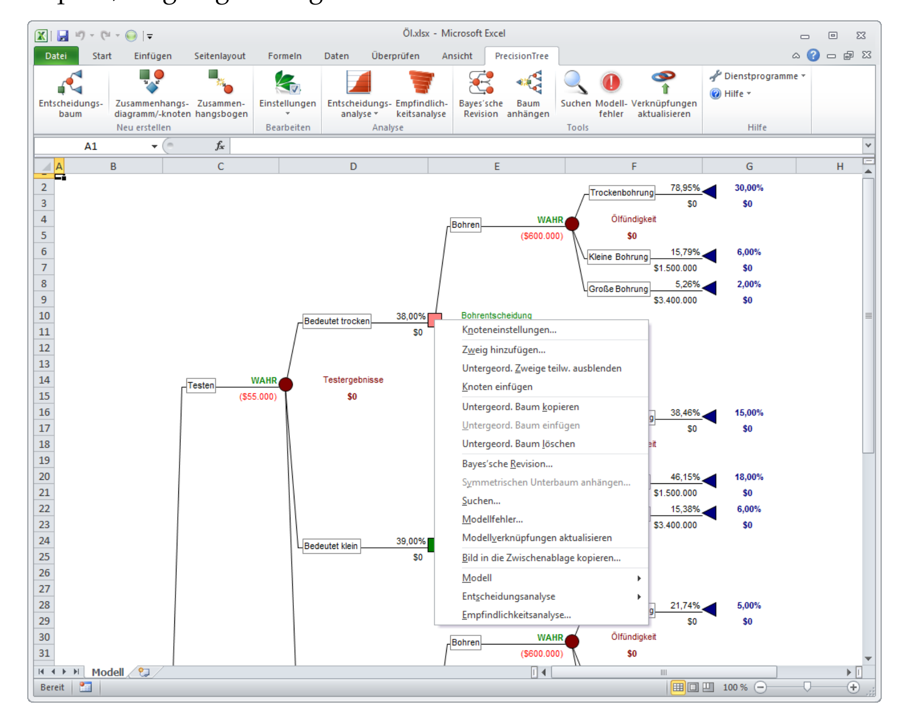
Für Auszahlungsknoten können Formeln verwendet werden, um die Werte von beeinflussenden Knoten bei der Berechnung von Knotenwerten zu verknüpfen. Genau wie bei den anderen Knotentypen handelt es sich bei diesen Formeln um standardmäßige Excel-Formeln, durch die auf Ergebniswerte verwiesen werden kann, die sich in der Wertetabelle befinden, oder auch auf andere Zellen in derzeit geöffneten Arbeitsblättern (Informationen über Zellverweise in der Wertetabelle sind im Namensfeld der Excel-Symbolleiste zu finden).



In dem vorstehenden Beispiel werden durch die Formel für den Auszahlungsknoten die Zellen *Ölfündigkeit, Testentscheidung* und *Bohrentscheidung* summiert. In der vorgenannten Wertetabelle werden in der ersten Zelle die Werte für die Ergebnisse aus *Große Bohrung, Bohren* und *Testen* zusammengezählt (dies sind in der Wertetabelle die Zellen D4, E4 und F4). Wenn Sie in einer Formel auf eine Zelle verweisen, in der sich der Name des Ergebnisses befindet, wird PrecisionTree dadurch angewiesen, beim Erstellen des Ablaufswertes die Werte des gezeigten Ergebnisses zu verwenden. Diese Formel kann in andere Wertezellen kopiert werden, genauso wie das bei anderen Excel-Formeln der Fall ist. In Excel werden alle Zellverweise automatisch aktualisiert.

Kontextmenü für Entscheidungsbaumknoten

Wenn mit der rechten Maustaste auf einen Entscheidungsbaumknoten geklickt wird, erscheint ein Popup-Menü. Dieses Menü enthält zusätzliche Befehle, über die Zweige hinzugefügt und Unterbäume kopiert, eingefügt bzw. gelöscht werden können.



Befehl Zweig hinzufügen

Fügt dem ausgewählten Entscheidungsbaumknoten einen Zweig hinzu.

Üb er den Befehl **Zweig hinzufügen** aus dem Kontextmenü für den Entscheidungsbaumknoten wird dem aktuellen Knoten ein Zweig hinzugefügt. Vor dem Hinzufügen können Sie dem Zweig auch einen Namen geben.

Befehl zum teilweisen Ausblenden bzw. Erweitern von untergeordneten Zweigen

Blendet alle Knotenzweige und Nachfolgeknoten teilweise aus bzw. erweitert diese.

Die Befehle **Untergeord. Zweige teilw. ausblenden** und **Untergeord. Zweige erweitern** ermöglichen Ihnen, alle Zweige und die einem Knoten folgenden Nachfolgeknoten teilweise auszublenden oder diese wieder zu erweitern. Die teilweise ausgeblendeten Zweige und Nachfolgeknoten können auch wieder erweitert werden, indem Sie auf das neben dem Knoten befindliche +-Symbol klicken.

Befehl „Knoten einfügen“

Einfügen eines Knotens vor dem aktuellen Knoten

Über den Befehl **Knoten einfügen** wird ein neuer Knoten vor dem aktuellen Knoten eingefügt. Der aktuelle Knoten und alle Nachfolgeknoten werden dadurch auf den Zweig des neuen Knotens geschoben. Der eingefügte Knoten ist standardmäßig ein Entscheidungsknoten mit zwei Zeigen, kann aber, falls erwünscht, zu irgendeinem anderen Knotentyp gemacht werden.

Befehl zum Kopieren, Einfügen oder Löschen von Unterbäumen

Kopiert einen dem Knoten folgenden Unterbaum bzw. löscht diesen oder fügen ihn ein.

Mithilfe der Befehle **Untergeord. Baum kopieren, Untergeord, Baum einfügen** und **Untergeord. Baum löschen** können Sie einen Unterbaum (und auch alle Knotenzweige sowie Nachfolgeknoten) kopieren, einfügen oder löschen. Durch das Einfügen eines Unterbaumes werden alle aktuellen Zweige und Nachfolgeknoten entsprechend ersetzt.

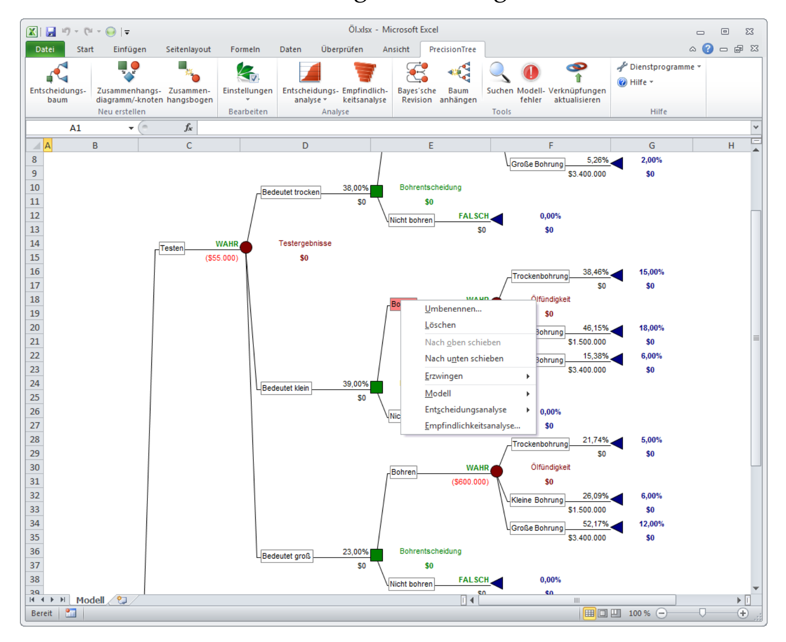
Befehl „Bild in Zwischenablage kopieren“

Kopieren eines dem Knoten folgenden Baumes oder Unterbaumes in die Zwischenablage

Der Befehl **Bild in Zwischenablage kopieren** ermöglicht Ihnen, das Bild eines Baumes oder untergeordneten Baumes in die Zwischenablage zu kopieren. Bei diesem Bild kann es sich um eine Bitmap oder eine Metadatei handeln und das Bild kann einem Dokument in Microsoft Word oder einer Präsentation in PowerPoint hinzugefügt werden.

Kontextmenü für Entscheidungsbaumzweig

Wenn mit der rechten Maustaste auf einen Entscheidungsbaumzweig geklickt wird, erscheint ein Popup-Menü. Dieses Menü enthält zusätzliche Befehle, über die ein Zweig umbenannt oder verschoben bzw. die Auswahl von Zweigen erzwungen werden kann.



Befehl Umbenennen

Gibt einem Zweig aus einem Entscheidungsbaumknoten einen neuen Namen.

Sobald Sie mit der rechten Maustaste auf einen Entscheidungsbaumzweig klicken, können im Kontextmenü über den Befehl **Umbenennen** dem ausgewählten Zweig einen anderen Namen geben.

Befehl Nach oben schieben oder Nach unten schieben

Gibt dem ausgewählten Zweig unter allen Zweigen des aktuellen Knotens eine neue Position.

Über den Befehl **Nach oben schieben** oder **Nach unten schieben** können Sie die Position eines Zweiges ändern.

Befehl Zweig erzwingen und Zweigerzwingung aufheben

Erzwingt Verwendung des ausgewählten Zweiges des aktuellen Knotens oder hebt diese Zweigerzwingung auf.

Durch den Befehl **Zweig erzwingen** wird PrecisionTree veranlasst, den ausgewählten Zweig eines Knotens zu verwenden. Der erzwungene Zweig wird in Rot angezeigt und im Modell werden dann alle berechneten Werte entsprechend aktualisiert, um zu zeigen, dass nur noch der erzwungene Zweig verwendet wird.

Befehl Pfad erzwingen

Erzwingt den Pfad im Baum, und zwar zusammen mit dem ausgewählten Zweig.

Durch den Befehl **Pfad erzwingen** wird PrecisionTree veranlasst, im Baum den ausgewählten Pfad zu verwenden, und zwar einschließlich des ausgewählten Zweiges. Der erzwungene Pfad wird in Rot angezeigt und im Modell werden dann alle berechneten Werte entsprechend aktualisiert, um zu zeigen, dass nur noch der erzwungene Zweig verwendet wird. Das Erzwingen eines Pfades ist besonders sinnvoll, wenn die im Baum dargestellte Ereignisfolge bereits stattgefunden hat und Sie somit die entsprechenden Ergebnisse bereits kennen.

Befehl Alle Entscheidungen erzwingen

Erzwingt, dass im Baum nur optimale Entscheidungen getroffen werden.

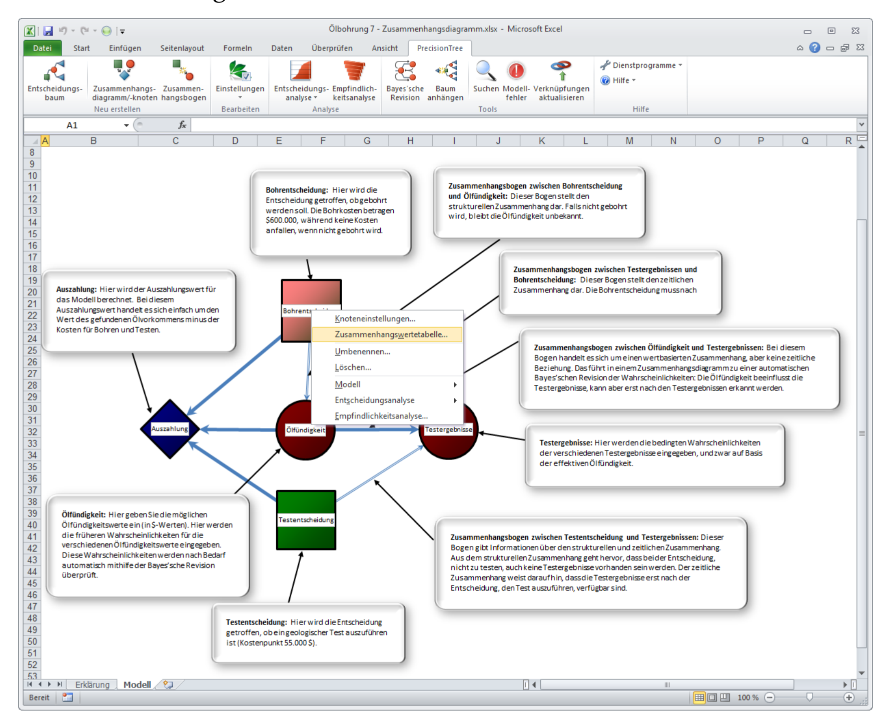
Durch den Befehl **Alle Entscheidungen erzwingen** wird PrecisionTree veranlasst, von jedem Knoten nur den Zweig zu verwenden, der die optimale Entscheidung darstellt. Der erzwungene Pfad wird in Rot angezeigt und im Modell werden dann alle berechneten Werte entsprechend aktualisiert, um zu zeigen, dass nur noch die erzwungenen Zweige verwendet werden.

Befehl Alle Erzwingungen löschen

Entfernt alle Zweigerzwingungen aus dem gesamten Entscheidungsbaum.

Kontextmenüs in Zusammenhangsdiagrammen

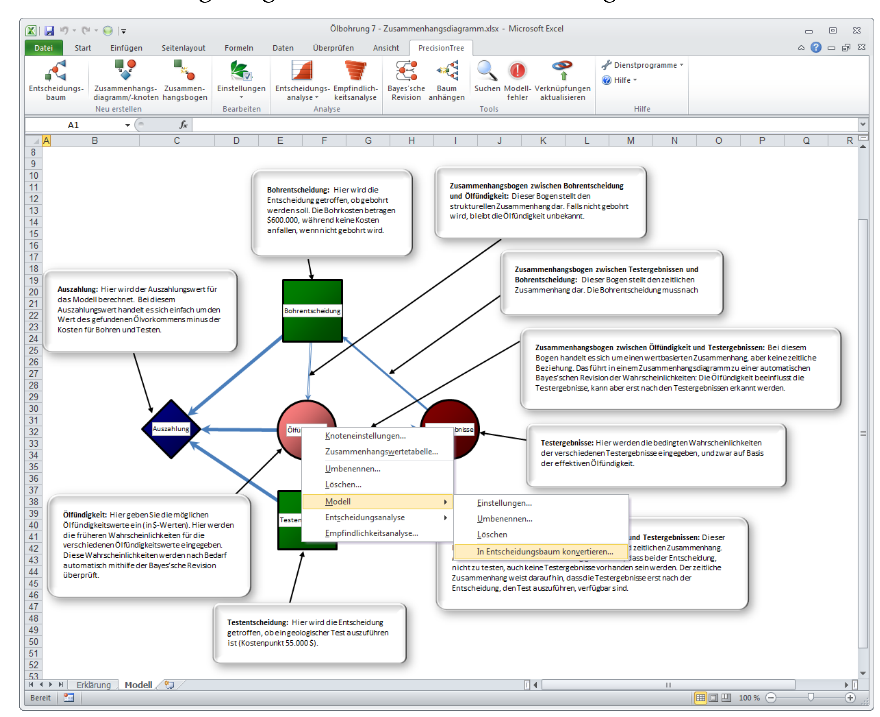
So ähnlich wie in Entscheidungsbäumen werden auch in Zusammenhangsdiagrammen verschiedene Popup-Menüs angezeigt, wenn Sie mit der rechten Maustaste auf Diagrammkomponenten, wie z.B. einen Knoten, Bogen oder Diagrammnamen klicken. Diese Kontextmenüs enthalten Befehle, über die Sie u.a. auf Knoten- und Bogeneinstellungen zugreifen sowie auch Knoten umbenennen und Knoten nebst Bögen löschen können.



Befehl In Entscheidungsbaum konvertieren

Konvertiert ein Zusammenhangsdiagramm in einen Entscheidungsbaum.

Mithilfe des Befehls **Modell – In Entscheidungsbaum konvertieren** aus dem Kontextmenü im Zusammenhangsdiagramm können Sie ein Zusammenhangsdiagramm in einen Entscheidungsbaum konvertieren.



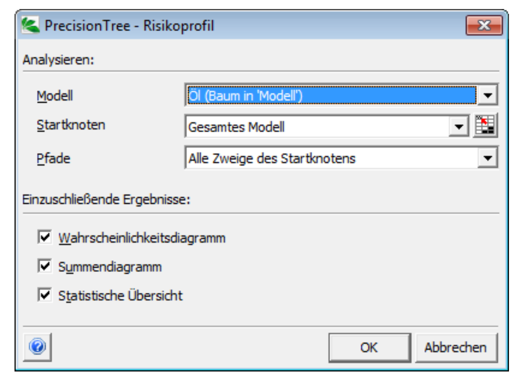
Menü Entscheidungsanalyse

Befehl Risikoprofil

Führt eine Entscheidungsanalyse in einem Entscheidungsbaum oder Zusammenhangsdiagramm aus.

Über den Befehl **Risikoprofil** im Menü **Entscheidungsanalyse** kann eine vollständige Entscheidungsanalyse im ausgewählten Modell ausgeführt werden. Während einer Analyse ermittelt PrecisionTree jeden möglichen Pfadwert und die damit verbundene Wahrscheinlichkeit. Diese Ergebnisse werden dazu verwendet, die Verteilungsfunktion **Risikoprofil** zu konstruieren.

Wenn der Befehl **Risikoprofil** ausgewählt oder auf das Symbol für **Entscheidungsanalyse** geklickt und dann **Risikoprofil** gewählt wird, erscheint ein Dialogfeld, in dem der Benutzer aufgefordert wird, den Namen des zu analysierenden Modells und den Namen des darin befindlichen Startknotens (für Entscheidungsbäume und Unterbäume) anzugeben.



Im Dialogfeld **Risikoprofil** sind unter **Analysieren:** folgende Optionen verfügbar:

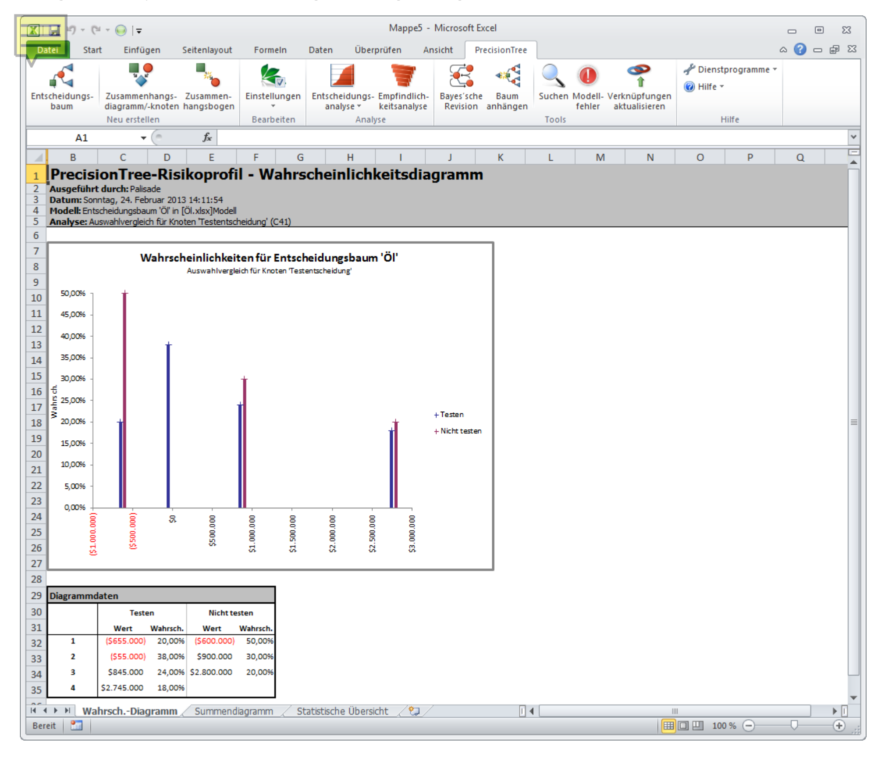
- **Modell** – Über diese Option wird das zu analysierende Modell unter allen verfügbaren Modellen in der aktiven Arbeitsmappe ausgewählt.
- **Startknoten** – I diesem Feld wird der Startknoten für die Analyse ausgewählt (nur bei Entscheidungsbäumen und Unterbäumen erforderlich). Bei Auswahl des Standardeintrags **Gesamtes Modell** wird der ganze Entscheidungsbaum oder das ganze Zusammenhangsdiagramm analysiert. Wird dagegen ein einzelner Knoten ausgewählt, wird nur der Wert dieses einen Knotens analysiert, und zwar unter Verwendung des Unterbaums mit allen von diesem Knoten ausgehenden Pfaden. Hinweis: Wird der Befehl **Risikoprofil** über das Kontextmenü des Knotens aufgerufen, wird als Startknoten automatisch der gewählte Knoten angezeigt.
- **Pfade** – Über diese Option wird gesteuert, ob nur der durch das Modell laufende optimale Pfad oder aber alle Auswahlen aus einer anfänglichen Entscheidung analysiert und verglichen werden sollen (bezieht sich nur auf Entscheidungsbäume, die als Startknoten einen Entscheidungsknoten haben).

Im Dialogfeld **Risikoprofil** sind unter **Einzuschließende Ergebnisse:** die nachstehenden Optionen verfügbar:

- **Wahrscheinlichkeitsdiagramm –** Über diese Option kann ein Bericht einschließlich Risikoprofil-Wahrscheinlichkeitsdiagramm erstellt werden.
- **Summendiagramm –** Über diese Option kann ein Bericht einschließlich Risikoprofil-Summendiagramm erstellt werden.
- **Statistischer Überblick –** Mithilfe dieser Option wird ein statistischer Überblicksbericht über die Entscheidungsanalyse erstellt.

Risikoprofil – Wahrscheinlichkeitsdiagramm

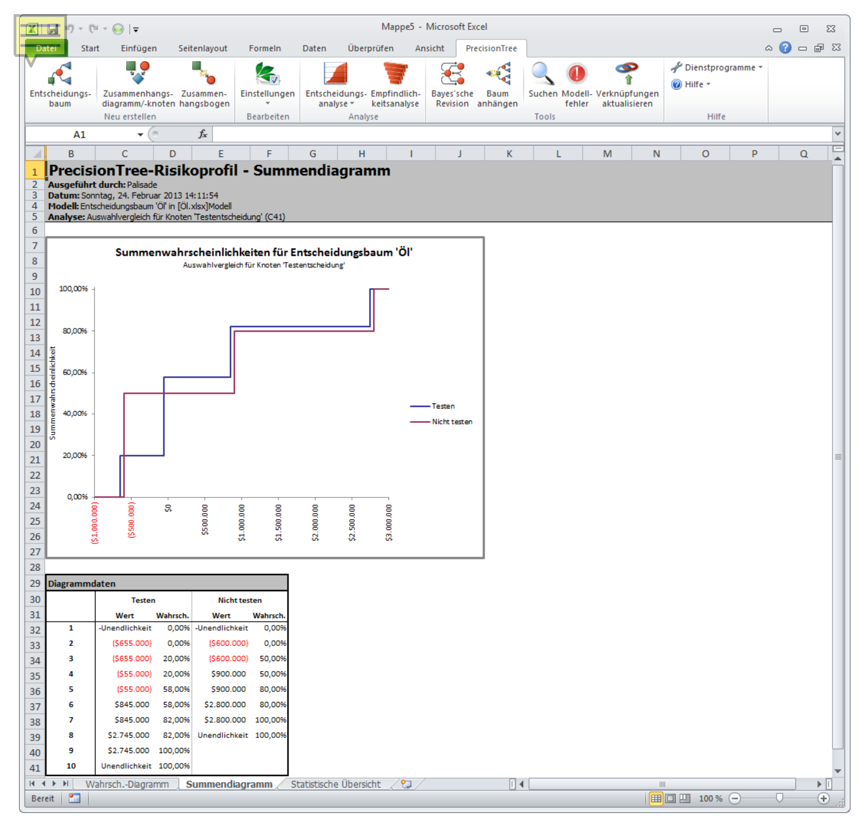
Über den Befehl **Risikoprofil** aus dem Menü **Entscheidungsanalyse** kann ein Risikoprofildiagramm des Modells erstellt werden. In diesem Risikoprofildiagramm werden die einzelnen möglichen Endknoten-Ablaufswerte angezeigt und auch welche Wahrscheinlichkeit besteht, dass diese Ablaufswerte tatsächlich auftreten werden. Durch die einzelnen Linien im Diagramm wird die Wahrscheinlichkeit angezeigt, dass der Ablaufswert jeweils einem bestimmten Wert entspricht. Wenn Ihr Baum mit einem Entscheidungsknoten beginnt, wird durch PrecisionTree jede mögliche Entscheidung aus diesem Knoten analysiert und dann das Risikoprofil der einzelnen Entscheidungen in demselben Diagramm jeweils überlagert angezeigt.



	Testen		Nicht testen	
	Wert	Wahrsch.	Wert	Wahrsch.
1	($655.000)	20,00%	($600.000)	50,00%
2	($55.000)	38,00%	$900.000	30,00%
3	$845.000	24,00%	$2.800.000	20,00%
4	$2.745.000	18,00%		

Risikoprofil – Summendiagramm

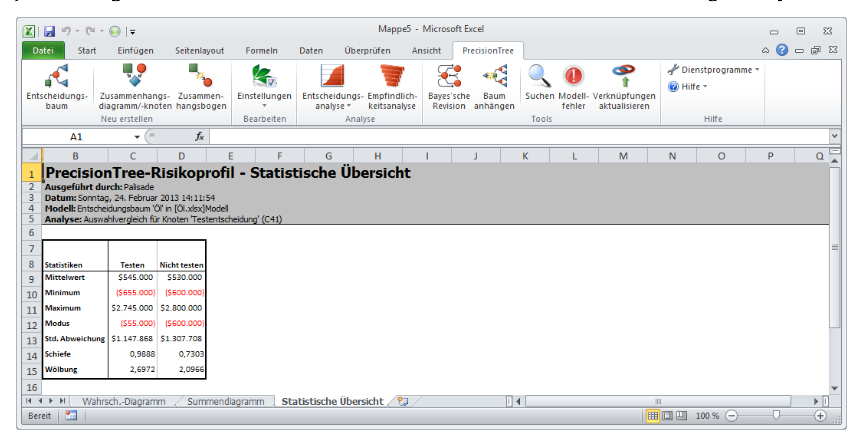
Über den Befehl **Risikoprofil** aus dem Menü **Entscheidungsanalyse** kann ein Summendiagramm des Risikoprofils für das Modell erstellt werden. Falls Ihr Baum mit einem Entscheidungsknoten beginnt, wird durch PrecisionTree ein Summendiagramm des Risikoprofils für jede mögliche Entscheidung in Bezug auf diesen Knoten erstellt. In diesem Diagramm wird mittels Summenverteilung angezeigt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass irgendein Ablaufswert nicht größer als ein bestimmter Wert sein wird. Dieses Diagramm hat das Format einer Excel-Tabelle und kann Ihren Wünschen angepasst werden, indem Sie den entsprechenden Excel-Formatierungsbefehl verwenden.



Diagrammdaten				
	Testen		Nicht testen	
	Wert	Wahrsch.	Wert	Wahrsch.
1	-Unendlichkeit	0,00%	-Unendlichkeit	0,00%
2	($655.000)	0,00%	($600.000)	0,00%
3	($655.000)	20,00%	($600.000)	50,00%
4	($55.000)	20,00%	$900.000	50,00%
5	($55.000)	58,00%	$900.000	80,00%
6	$845.000	58,00%	$2.800.000	80,00%
7	$845.000	82,00%	$2.800.000	100,00%
8	$2.745.000	82,00%	Unendlichkeit	100,00%
9	$2.745.000	100,00%		
10	Unendlichkeit	100,00%		

Statistische Übersicht über das Risikoprofil

Über den Befehl **Risikoprofil** aus dem Menü **Entscheidungsanalyse** kann nach Ausführung der Analyse ein statistischer Bericht erstellt werden. In diesem Bericht sind allgemeine Statistiken über das Modell zu sehen, einschließlich Mittelwert, Standardabweichung usw. Wenn Ihr Startknoten ein Entscheidungsknoten ist und die Option **Pfade** auf **Alle Zweige des Startknotens** eingestellt ist, wird durch PrecisionTree jede mögliche aus diesem Knoten kommende Entscheidung analysiert.

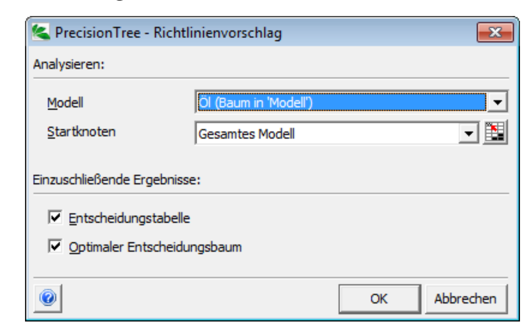


Befehl Richtlinienvorschlag

Führt eine Entscheidungsanalyse in einem Entscheidungsbaum aus, um einen Richtlinienvorschlagsbericht zu erstellen.

Mithilfe des Befehls **Richtlinienvorschlag** aus dem Menü **Entscheidungsanalyse** kann ein Richtlinienvorschlag für das ausgewählte Modell erstellt werden. Durch diese Funktion ist zu sehen, welche Option an den einzelnen Knoten gewählt wurde. Auch wird in einer verkleinerten Version des Entscheidungsbaums der optimale Pfad angezeigt, und zwar zusammen mit einer Entscheidungstabelle, in der die optimalen Entscheidungen jeweils nach Knoten identifiziert sind.

Wenn im Menü **Entscheidungsanalyse** der Befehl **Richtlinienvorschlag** ausgewählt oder das Symbol für **Entscheidungsanalyse** angeklickt and anschließend **Richtlinienvorschlag** gewählt worden ist, wird ein Dialogfeld eingeblendet, in dem der Benutzer aufgefordert wird, den Namen des zu analysierenden Modells und den zugehörigen Namen des Startknotens einzugeben.



Im Dialogfeld **Richtlinienvorschlag** sind unter **Analysieren:** folgende Optionen verfügbar:

- Modell – Über diese Option wird das zu analysierende Modell unter allen verfügbaren Modellen in der aktiven Arbeitsmappe ausgewählt.
- **Startknoten –** Durch diese Option wird der Startknoten für die Analyse ausgewählt. Bei Auswahl des Standardeintrags **Gesamtes Modell** wird der ganze Entscheidungsbaum analysiert. Wird dagegen ein einzelner Knoten ausgewählt, wird nur der Wert dieses einen Knotens analysiert, und zwar unter Verwendung des Unterbaums mit allen von diesem Knoten ausgehenden Pfaden. Hinweis: Wird der Befehl **Richtlinienvorschlag** über das Kontextmenü des Knotens aufgerufen, wird als Startknoten automatisch der gewählte Knoten angezeigt.

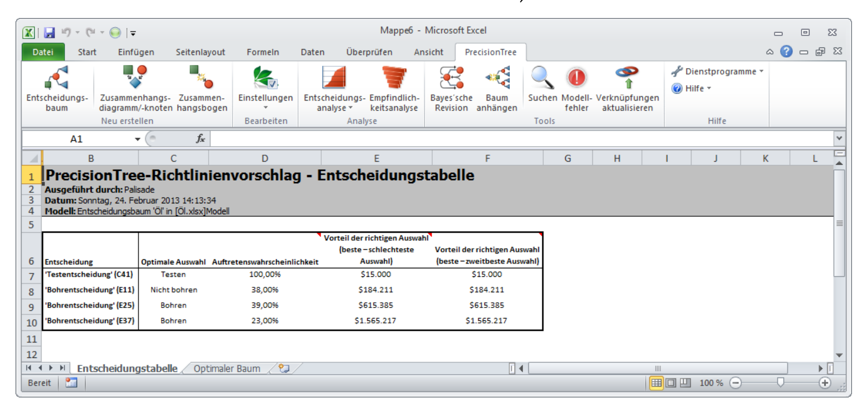
Im Dialogfeld **Richtlinienvorschlag** sind unter **Einzuschließende Ergebnisse:** die nachstehenden Optionen verfügbar:

- **Entscheidungstabelle –** Über diese Option kann ein Bericht erstellt werden, aus dem die optimalen Entscheidungen je nach Knoten hervorgehen und in dem auch der Vorteil zu sehen ist, der durch die optimale Auswahl in den einzelnen Fällen erreicht werden kann.

- **Optimaler Entscheidungsbaum –** Mithilfe dieser Option wird eine verkleinerte Version des Entscheidungsbaums erstellt, in der nur die Knoten zu sehen sind, die möglicherweise auf dem optimalen Pfad angetroffen werden können.

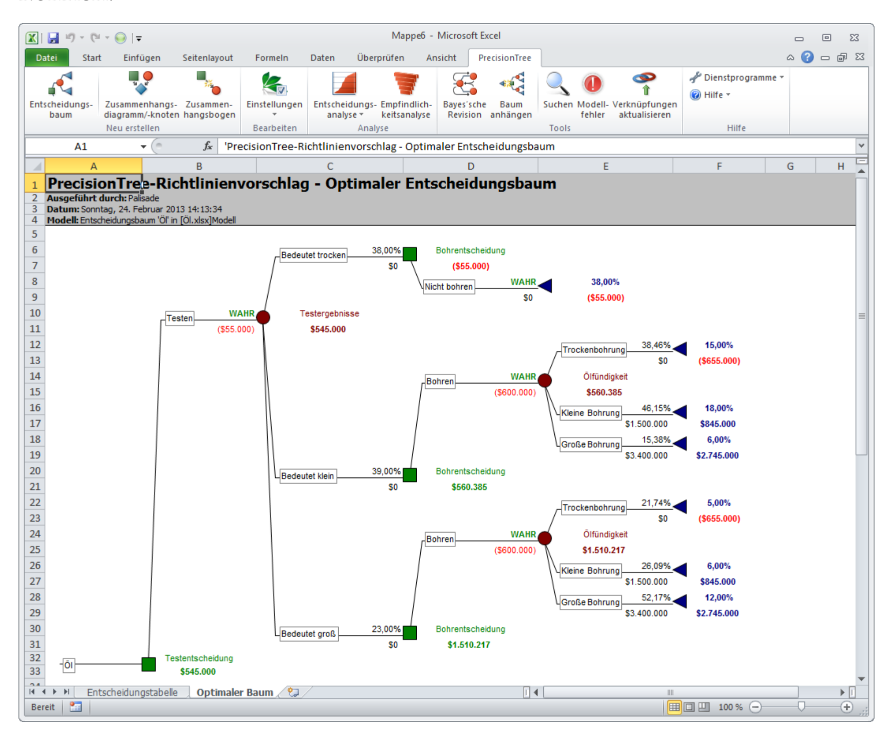
Richtlinien-vorschlag – Entscheidungs-tabelle

Unter **Richtlinienvorschlag – Entscheidungstabelle** ist die optimale Auswahl zu sehen, die an den einzelnen Entscheidungsknoten getroffen werden kann, die sich auf dem optimalen Pfad befinden. Außer **Optimale Auswahl** ist auch die **Auftretenswahrscheinlichkeit** (d.h., die Wahrscheinlichkeit, dass der aufgeführte Knoten erreicht wird) und der **Vorteil der richtigen Auswahl** (d.h., der Vorteil, der durch die richtige Auswahl am Knoten erreicht werden kann) zu sehen.



Richtlinienvorschlag – Optimaler Entscheidungsbaum

Unter **Richtlinienvorschlag – Optimaler Entscheidungsbaum** ist eine verkleinerte Version des Entscheidungsbaums zu sehen, aus der nur die Knoten hervorgehen, die auf dem optimalen Pfad angetroffen werden können.

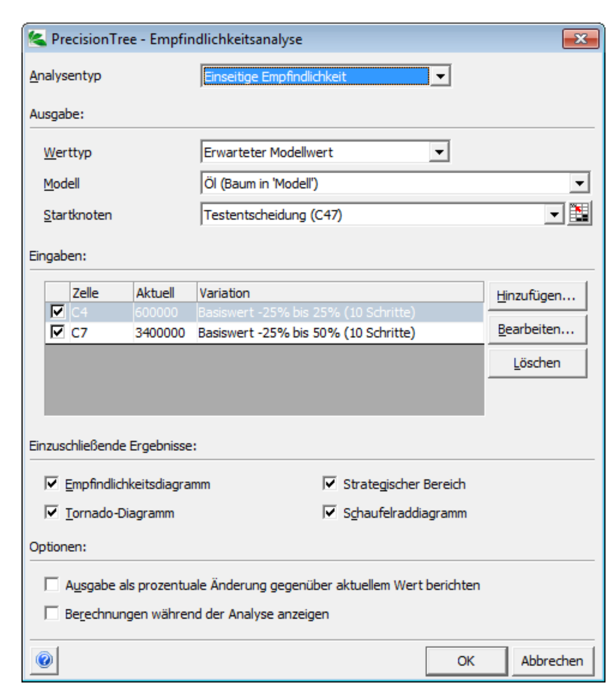


Befehl Empfindlichkeitsanalyse

Führt eine Empfindlichkeitsanalyse für ein Entscheidungsmodell aus.

Über den Befehl **Empfindlichkeitsanalyse** kann ein Entscheidungsmodell auf seine „Empfindlichkeit" hin analysiert werden. Es ist das Ziel einer Empfindlichkeitsanalyse, genau herauszufinden, welche Eingaben in das Modell die größte Auswirkung auf die Ergebnisse haben. In einer Empfindlichkeitsanalyse werden die Werte in ausgewählten Eingaben geändert und dann die Auswirkungen dieser Veränderung auf die Ausgabe aufgezeichnet. Es kann entweder jeweils eine Zelle geändert werden (einseitige Empfindlichkeitsanalyse) oder es können auch jeweils zwei Zellen zusammen geändert werden (zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse). In den aus einer Empfindlichkeitsanalyse erstellten Berichten können Tornado-Diagramme, Schaufelraddiagramme, einseitige und zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse-Diagramme und strategische Bereichsdiagramme enthalten sein.

Wenn der Befehl **Empfindlichkeitsanalyse** ausgewählt oder auf das Symbol für **Empfindlichkeitsanalyse** geklickt wird, erscheint das Dialogfeld Empfindlichkeitsanalyse, in dem der Benutzer aufgefordert wird, den Analysentyp sowie auch Informationen über die zu analysierende Ausgabe einzugeben. Auch können die in die Analyse mit einzuschließenden **Eingaben** eingegeben und die gewünschten Berichte und Diagramme angegeben werden.



Analysetyp

Durch die Option **Analysetyp** wird angegeben, ob eine **einseitige** oder **zweiseitige** Empfindlichkeitsanalyse ausgeführt werden soll. Bei einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse wird jeweils eine Eingabe über den gesamten Min-Max-Bereich hinweg geändert. Für jeden neuen für die Eingabe getesteten Wert wird jeweils ein neuer Wert für die Ausgabe berechnet. Bei einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse werden immer zwei Eingaben gleichzeitig geändert und wird dann jede mögliche Wertekombination für die beiden Zellen getestet. Die Auswirkung jeder Kombination auf die Ausgabe wird entsprechend aufgezeichnet.

Ausgabe

Unter **Ausgabe** werden der Werttyp und das zu analysierende Modell angegeben, zusammen mit dem zugehörigen Startknoten. Folgende Ausgabeoptionen sind verfügbar:

- **Werttyp –** Es kann entweder das Ergebnis für ein ganzes Modell (d.h., der Wert des ausgewählten Startknotens) oder eine bestimmte Kalkulationstabellenzelle als Ausgabe für die Empfindlichkeitsanalyse ausgewählt werden.

- **Modell** – Über diese Option wird das zu analysierende Modell unter allen verfügbaren Modellen in der aktiven Arbeitsmappe ausgewählt.

- **Startknoten** – Durch diese Option wird der Startknoten für die Analyse ausgewählt. Bei Auswahl des Standardeintrags **Gesamtes Modell** wird der ganze Entscheidungsbaum oder das ganze Zusammenhangsdiagramm analysiert. Wird dagegen ein einzelner Knoten ausgewählt, wird nur der Wert dieses einen Knotens analysiert, und zwar unter Verwendung des Unterbaums mit allen von diesem Knoten ausgehenden Pfaden. Hinweis: Wird der Befehl **Empfindlichkeitsanalyse** über das Kontextmenü des Knotens aufgerufen, wird als Startknoten automatisch der gewählte Knoten angezeigt.

Eingaben

Unter **Eingaben** werden die Zellen identifiziert, die während der Empfindlichkeitsanalyse geändert werden sollen. Auch werden die Werte angegeben, die für diese Zellen zu testen sind. Während einer einzigen Empfindlichkeitsanalyse können beliebig viele Eingaben getestet werden. Wird eine zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse ausgeführt, werden zwei Eingaben gleichzeitig geändert. In der Eingabentabelle sind die zu verändernden Zellen aufgelistet, und zwar zusammen mit einem Überblick über die für jede Zelle definierte Veränderung.

Unter **Eingaben** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Hinzufügen** – fügt der Empfindlichkeitsanalyse eine neue Eingabe hinzu. Weitere Informationen über das Hinzufügen von Eingaben finden Sie im Abschnitt **Dialogfeld *Definition der Empfindlichkeitseingabe*** später in diesem Kapitel.
- **Bearbeiten –** zeigt im Dialogfeld **Definition der Empfindlichkeitseingabe** die vorher definierte Eingabe an, damit diese bearbeitet werden kann.
- **Löschen –** löscht die vorher definierte Eingabe.

Über die **Kontrollkästchen**, die sich neben den einzelnen Eingaben befinden, können diese zur Einbeziehung in die einseitige Empfindlichkeitsanalyse ausgewählt werden. Auf diese Weise kann auch eine Eingabe zur Anzeige auf der x- und y-Achse von Diagrammen ausgewählt werden, wenn es sich um eine zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse handelt.

Einzuschließende Ergebnisse

Unter **Einzuschließende Ergebnisse** werden die Berichts- und Diagrammtypen angegeben, die durch die Empfindlichkeitsanalyse erstellt werden sollen. Je nachdem, ob es sich um eine einseitige oder zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse handelt, können diese Optionen unterschiedlich sein. Bei einer einseitigen Analyse sind folgenden Optionen für **Einzuschließende Ergebnisse** verfügbar:

- **Empfindlichkeitsdiagramm –** Dies ist ein Liniendiagramm, durch das angezeigt wird, wie sich der Ausgabewert durch Veränderung eines Eingabewerts ändert.
- **Strategisches Bereichsdiagramm –** Durch dieses Diagramm kann gezeigt werden, wie sich der Wert jeder möglichen Anfangsentscheidung im Modell ändert, wenn die einzelnen Werte durch eine einseitige Empfindlichkeitsanalyse getestet werden. Bei dieser Analyse muss es sich bei der Ausgabe um den Wert eines Entscheidungsknotens handeln.
- **Tornado-Diagramm –** Durch dieses Diagramm wird ein Überblick über die Auswirkung der einzelnen Eingaben auf die Ausgabe gegeben. Dabei wird durch Diagrammbalken gezeigt, wie sich die Ausgabe durch die einzelnen Eingaben ändert.
- **Schaufelraddiagramm** – Durch dieses Diagramm wird ein Überblick über die Auswirkung der einzelnen Eingaben auf die Ausgabe gegeben. Dabei wird durch eine Linie gezeigt, wie sich die Ausgabe durch die einzelnen Eingaben ändert.

Bei einer zweiseitigen Analyse sind folgenden Optionen für **Einzuschließende Ergebnisse** verfügbar:

- **Zweiseitiges Empfindlichkeitsdiagramm –** Durch dieses 3-D-Diagramm wird angezeigt, wie sich der Ausgabewert bei jeder getesteten Kombination von Eingabewerten ändert.
- **Strategisches Bereichsdiagramm** – Durch dieses Diagramm werden Bereiche angezeigt, in denen unterschiedliche Entscheidungen die optimal gegebenen Änderungen in zwei ausgewählten Eingaben darstellen. Dieses Diagramm wird nur erstellt, wenn es sich bei der Ausgabe um den Wert eines Entscheidungsknotens handelt.

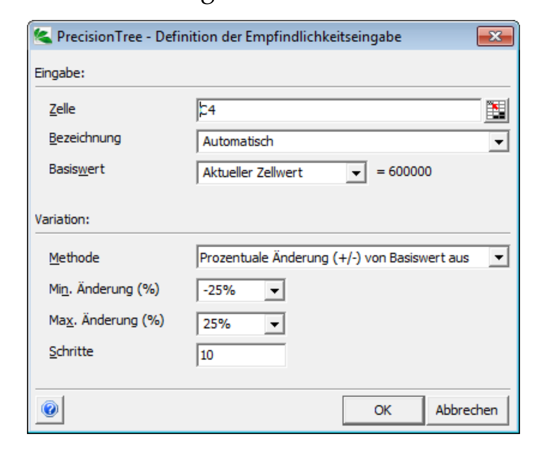
Optionen

Unter **Optionen** sind folgende zu finden:

- **Ausgabe als %-Änderung gegenüber aktuellem Wert anzeigen –** Mithilfe dieser Option wird in Empfindlichkeitsdiagrammen die %-Änderung gegenüber dem aktuellen Wert für die Ausgabe (anstatt der effektiven Wertänderung) angezeigt.
- **Berechnungen während der Analyse anzeigen –** Durch diese Option wird PrecisionTree während einer Empfindlichkeitsanalyse veranlasst, beim Berechnen von Werten in Excel die Anzeige zu aktualisieren.

Dialogfeld Definition der Empfindlichkeitseingabe

Dieses Dialogfeld wird dazu verwendet, die Zellen zu identifizieren, die während der Empfindlichkeitsanalyse geändert werden sollen, und auch die Werte, die für diese Zellen getestet werden sollen. Das Dialogfeld **Definition der Empfindlichkeitseingabe** wird eingeblendet, wenn im Dialogfeld **Empfindlichkeitsanalyse** unter **Eingaben** auf **Hinzufügen** oder **Bearbeiten** geklickt wird.



Im Dialogfeld **Definition der Empfindlichkeitseingabe** sind unter **Eingabe:** folgende Optionen verfügbar:

- **Zelle –** Über diese Option wird die Zelle angegeben, in der während der Empfindlichkeitsanalyse der Eingabewert geändert werden soll. Sie können auf das Symbol für **Excel-Verweis auswählen** klicken, um gleich zur Kalkulationstabelle zu springen und die gewünschte Zelle auszuwählen.

- **Bezeichnung –** Mithilfe dieser Option wird die Bezeichnung angegeben, durch die die Eingabe identifiziert werden kann. Durch **Automatisch** wird angegeben, dass die Bezeichnung aus dem Namen eines Knotens oder Zweiges abgeleitet wird, der irgendwie mit de Eingabe verbunden ist, oder aus den Bezeichnungen für die Zelle in Ihrem Arbeitsblatt. Sie können aber auch Ihre eigene Bezeichnung direkt in das Feld eingeben.

- **Basiswert –** Diese Option ermöglicht Ihnen, den Basiswert anzugeben, der vor der Wertänderung für die Eingabe verwendet werden soll (dies ist der Eingabewert während der Analyse, wenn keine Änderung vorgesehen ist). Wenn **Aktueller Zellwert** in dieses Feld eingegeben wird, bedeutet das, dass der Basiswert der aktuelle Wert der Zelle ist. Sie können aber auch irgendeinen anderen Basiswert eingeben.

Im Dialogfeld **Definition der Empfindlichkeitseingabe** sind unter **Variation:** folgende Optionen verfügbar:

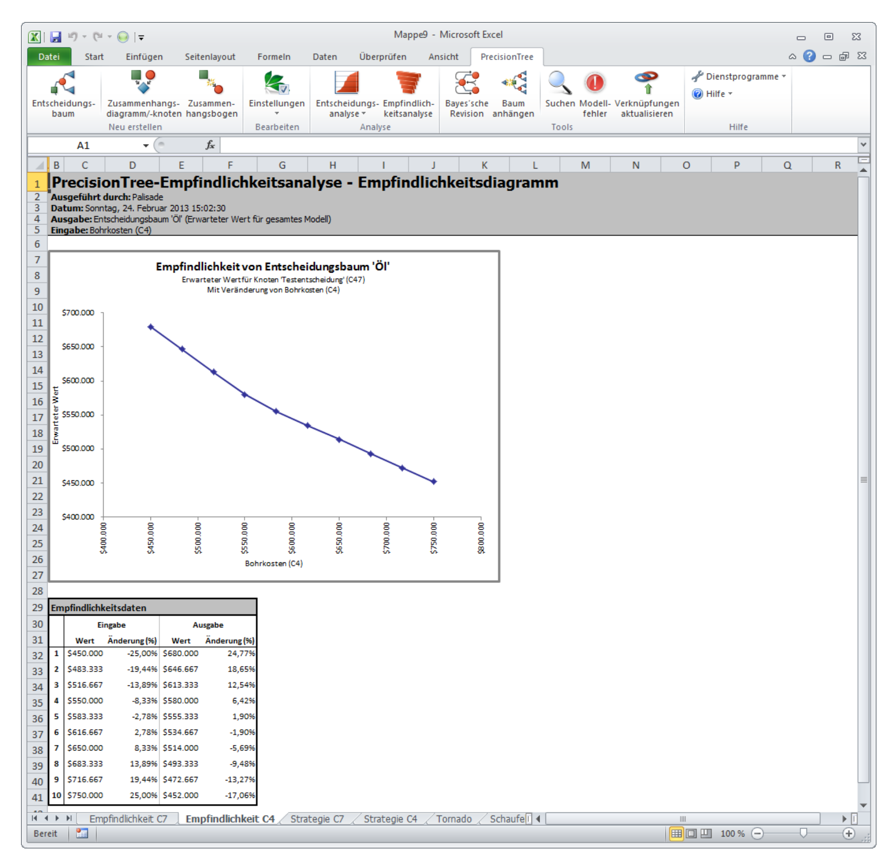
- **Methode –** In dieses Feld wird die Art der Variation vom Basiswert eingegeben, wie durch **Min. Änderung** und **Max. Änderung** detailliert. Folgende Variationstypen sind möglich:
  - **Prozentuale Änderung (+/-) vom Basiswert aus**, wobei es sich bei der eingegebenen **Min. Änderung** und **Max. Änderung** um prozentuale Reduzierungen oder Erhöhungen im Basiswert handelt. Diese Option kann nicht verwendet werden, wenn die Eingabe den Basiswert 0 hat.
  - **Aktuelle Änderung (+/-) vom Basiswert aus**, wobei es sich bei der eingegebenen **Min. Änderung** und **Max. Änderung** um effektive Reduzierungen oder Erhöhungen des Basiswerts handelt.
  - **Aktuelles Min. und Max**., wobei es sich beim eingegebenen **Min**. und **Max.** um den effektiven Minimal- und Maximalwert für den Bereich der möglichen Eingabewerte handelt.
- **Min. Änderung** – In diesem Feld wird der Minimalwert für die ausgewählte Eingabe angegeben, und zwar unter Verwendung der ausgewählten **Methode**.
- **Max. Änderung** – In diesem Feld wird der Maximalwert für die ausgewählte Eingabe angegeben, und zwar unter Verwendung der ausgewählten **Methode**.
- **Schritte –** In diesem Feld wird die Anzahl der Schritte angegeben, die erforderlich sind, um den gesamten eingegebenen Min-Max-Bereich für die ausgewählte Eingabe zu testen. Während einer Empfindlichkeitsanalyse wird der eingegebene Min-Max-Bereich durch die Anzahl der eingegebenen Schritte dividiert und dann der Eingabewert bei jedem Schritt berechnet. Dieser Wert wird dann als Eingabe verwendet und ein neuer Wert für die Ausgabe berechnet.

Ergebnisse einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse

Wenn durch PrecisionTree eine einseitige Empfindlichkeitsanalyse ausgeführt wird, ergeben sich dadurch folgende Diagramme und Berichte:

Einseitiges Empfindlichkeitsdiagramm

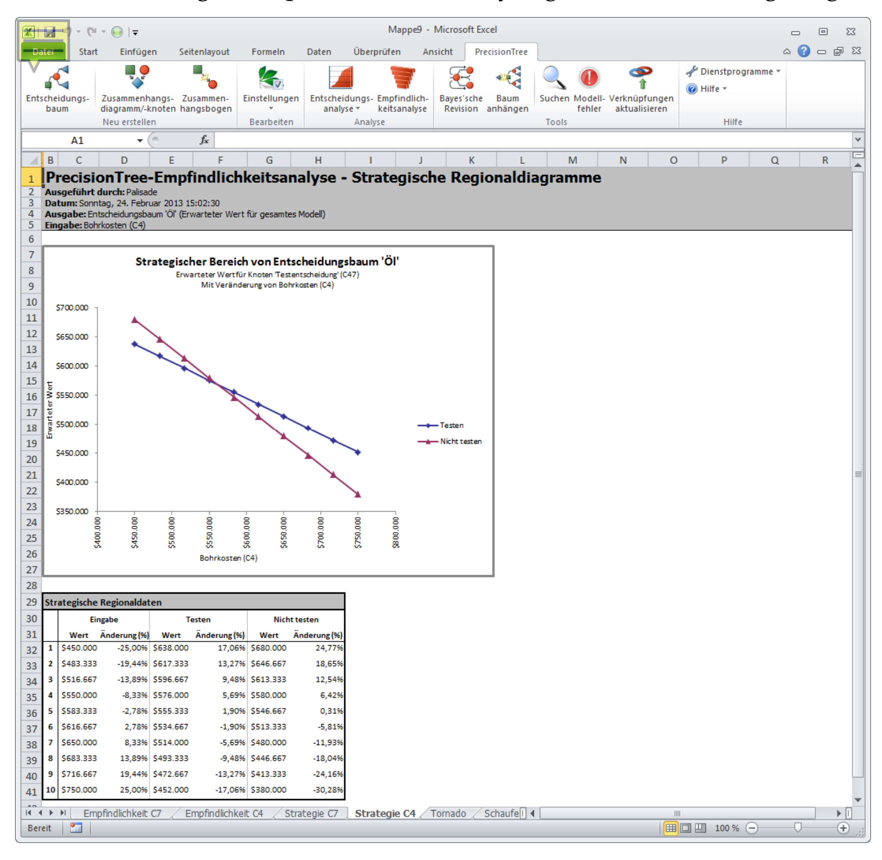
Dies ist ein einfaches Liniendiagramm, in dem bei jedem für die Eingabe getesteten Wert die Werte für die Ausgabe angezeigt werden. Für jede für die Empfindlichkeitsanalyse angegebene Eingabe wird ein einseitiges Empfindlichkeitsdiagramm erstellt. Dieses Diagramm hat das Format einer Excel-Tabelle und kann Ihren Wünschen angepasst werden, indem Sie den entsprechenden Excel-Formatierungsbefehl verwenden.



Empfindlichkeitsdaten				
	Eingabe		Ausgabe	
	Wert	Änderung (%)	Wert	Änderung (%)
1	$450.000	-25,00%	$680.000	24,77%
2	$483.333	-19,44%	$646.667	18,65%
3	$516.667	-13,89%	$613.333	12,54%
4	$550.000	-8,33%	$580.000	6,42%
5	$583.333	-2,78%	$555.333	1,90%
6	$616.667	2,78%	$534.667	-1,90%
7	$650.000	8,33%	$514.000	-5,69%
8	$683.333	13,89%	$493.333	-9,48%
9	$716.667	19,44%	$472.667	-13,27%
10	$750.000	25,00%	$452.000	-17,06%

Einseitiges strategisches Bereichsdiagramm

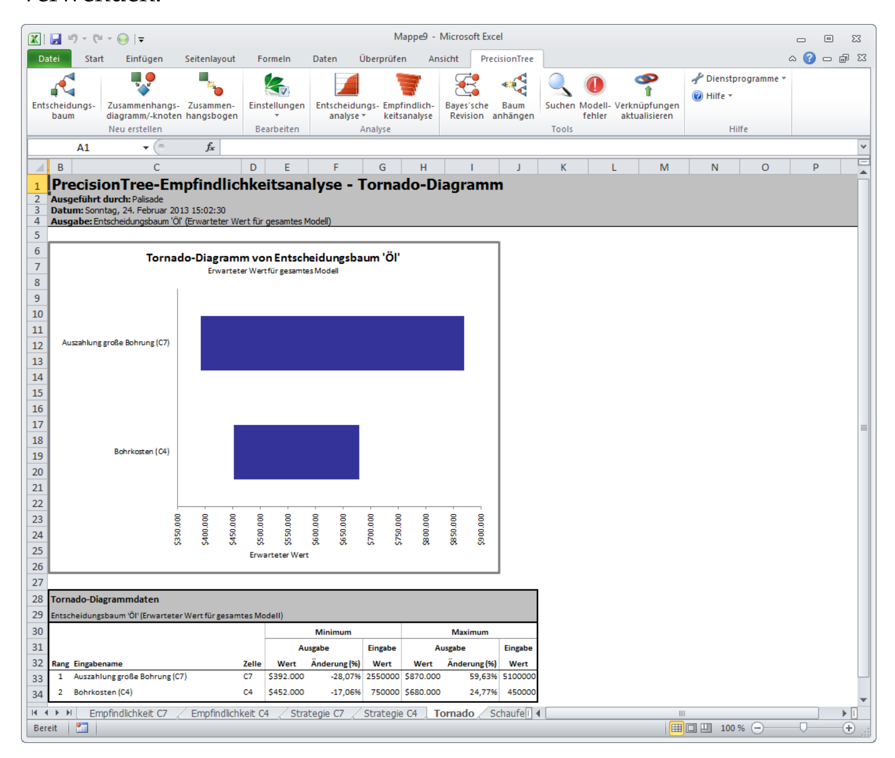
In einem einseitigen strategischen Bereichsdiagramm werden die Ergebnisse der einzelnen möglichen Anfangsentscheidungen für jeden in einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse getesteten Wert angezeigt.



Strategische Regionaldaten						
	Eingabe		Testen		Nicht testen	
	Wert	Änderung (%)	Wert	Änderung (%)	Wert	Änderung (%)
1	$450.000	-25,00%	$638.000	17,06%	$680.000	24,77%
2	$483.333	-19,44%	$617.333	13,27%	$646.667	18,65%
3	$516.667	-13,89%	$596.667	9,48%	$613.333	12,54%
4	$550.000	-8,33%	$576.000	5,69%	$580.000	6,42%
5	$583.333	-2,78%	$555.333	1,90%	$546.667	0,31%
6	$616.667	2,78%	$534.667	-1,90%	$513.333	-5,81%
7	$650.000	8,33%	$514.000	-5,69%	$480.000	-11,93%
8	$683.333	13,89%	$493.333	-9,48%	$446.667	-18,04%
9	$716.667	19,44%	$472.667	-13,27%	$413.333	-24,16%
10	$750.000	25,00%	$452.000	-17,06%	$380.000	-30,28%

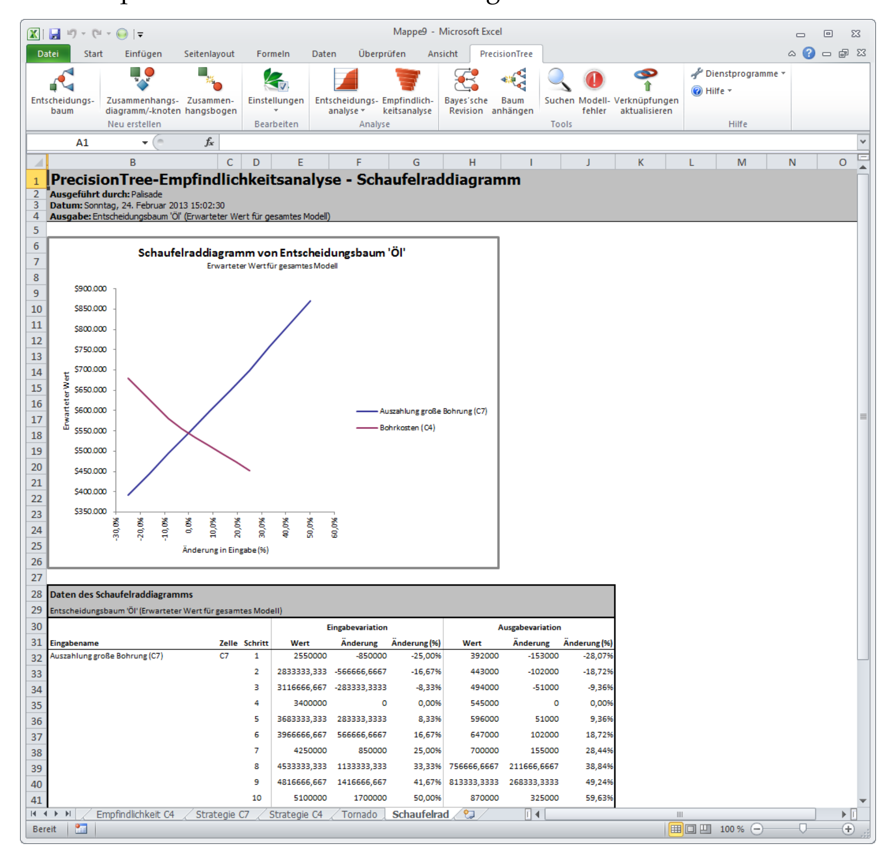
Tornado-Diagramm

Für eine einseitige Empfindlichkeitsanalyse wird nur ein Tornado-Diagramm erstellt. Dieses Diagramm gibt einen Überblick über die Auswirkung der einzelnen Eingaben auf die Ausgabe. Für jede Eingabe wird im Tornado-Diagramm ein Diagrammbalken erstellt und es sind mindestens 2 Eingaben erforderlich, um dieses Diagramm zu erstellen. Dieser Balken zeigt die gesamte Ausgabeänderung, die durch Veränderung der Eingabe verursacht wurde. Je länger der Balken, desto größer die Auswirkung der Eingabe auf die Ergebnisse, und desto wichtiger ist diese Eingabe auch im Modell. Das Diagramm hat das Format einer Excel-Tabelle und kann Ihren Wünschen angepasst werden, indem Sie den entsprechenden Excel-Formatierungsbefehl verwenden.



Schaufelrad-diagramm

Für eine einseitige Empfindlichkeitsanalyse wird nur ein Schaufelraddiagramm erstellt. Dieses Diagramm gibt einen Überblick über die Auswirkung der einzelnen Eingaben auf die Ausgabe. Für jede Eingabe wird im Diagramm eine Linie erstellt und es sind mindestens 2 Eingaben erforderlich, um dieses Diagramm zu erstellen. Jede Linie zeigt die Änderung in der Ausgabe durch die verschiedenen Werte der entsprechenden Eingabe an. Je steiler die Linie, desto größer die Auswirkung der Eingabe auf die Ergebnisse, und desto wichtiger ist diese Eingabe auch im Modell. Das Diagramm hat das Format einer Excel-Tabelle und kann Ihren Wünschen angepasst werden, indem Sie den entsprechenden Excel-Formatierungsbefehl verwenden.



Daten des Schaufelraddiagramms

Entscheidungsbaum 'Öl' (Erwarteter Wert für gesamtes Modell)

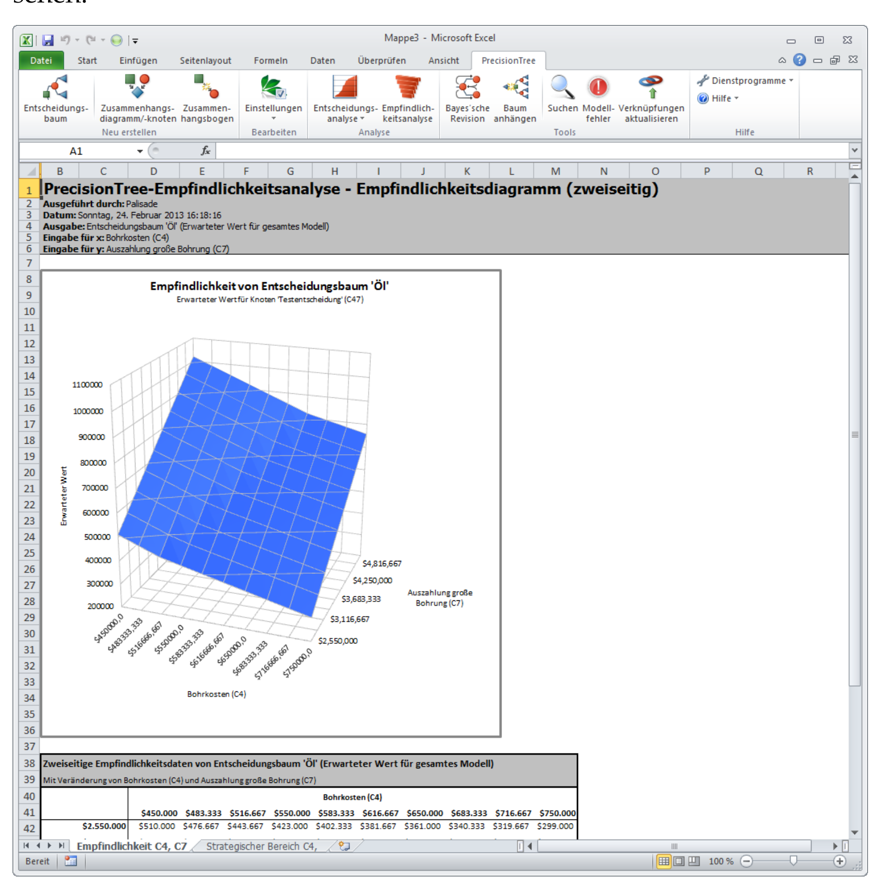
			Eingabevariation			Ausgabevariation		
Eingabename	Zelle	Schritt	Wert	Änderung	Änderung (%)	Wert	Änderung	Änderung (%)
Auszahlung große Bohrung (C7)	C7	1	2550000	-850000	-25,00%	392000	-153000	-28,07%
		2	2833333,333	-566666,6667	-16,67%	443000	-102000	-18,72%
		3	3116666,667	-283333,3333	-8,33%	494000	-51000	-9,36%
		4	3400000	0	0,00%	545000	0	0,00%
		5	3683333,333	283333,3333	8,33%	596000	51000	9,36%
		6	3966666,667	566666,6667	16,67%	647000	102000	18,72%
		7	4250000	850000	25,00%	700000	155000	28,44%
		8	4533333,333	1133333,333	33,33%	756666,6667	211666,6667	38,84%
		9	4816666,667	1416666,667	41,67%	813333,3333	268333,3333	49,24%
		10	5100000	1700000	50,00%	870000	325000	59,63%

Ergebnisse einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse

Wenn durch PrecisionTree eine zweiseitige Empfindlichkeitsanalyse ausgeführt wird, ergeben sich dadurch folgende Diagramme und Berichte:

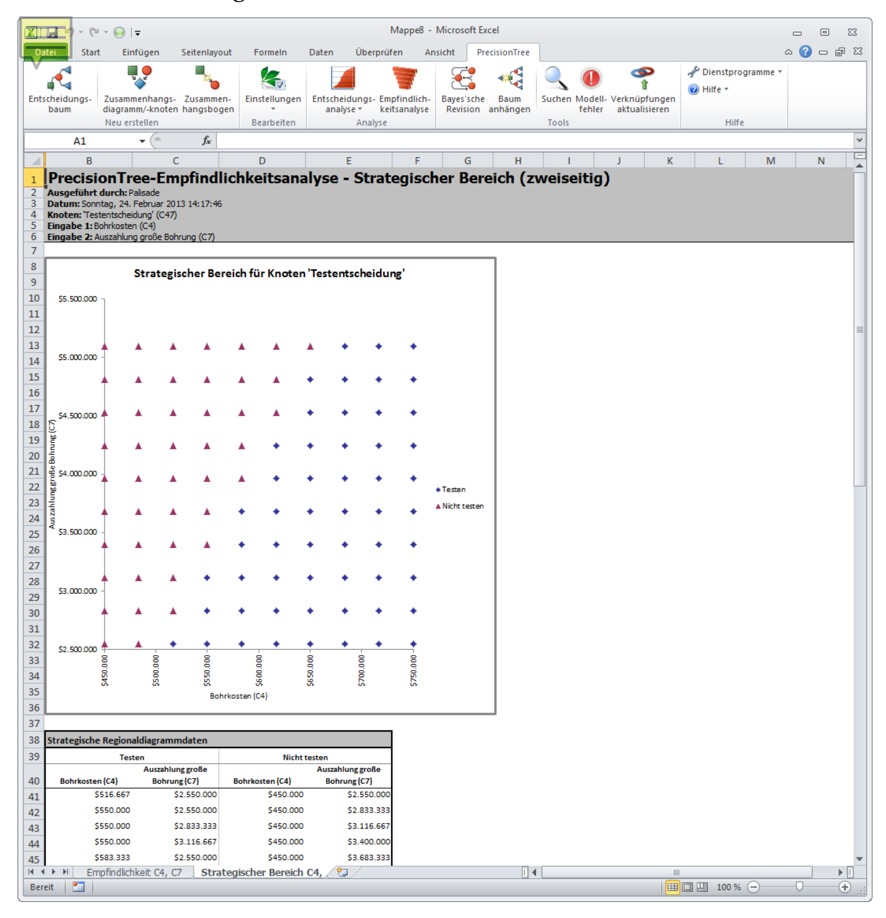
Zweiseitiges Empfindlich-keitsdiagramm

Durch diese Option wird ein zweiseitiges Empfindlichkeitsdiagramm erstellt. Es handelt sich dabei um ein dreidimensionales Diagramm, in dem für jede mögliche Kombination von Eingabewerten der entsprechende Ausgabewert angezeigt wird. Die Eingaben sind auf der x- und y-Achse und die Werte für die Ausgabe auf der z-Achse zu sehen.



Zweiseitiges strategisches Bereichsdiagramm

Durch diese Diagramme werden Bereiche angezeigt, in denen unterschiedliche Entscheidungen die optimal gegebenen Änderungen in zwei ausgewählten Eingaben darstellen. Der Wert der ersten Eingabe wird auf der x-Achse und der Wert der zweiten Eingabe auf der y-Achse grafisch dargestellt. Durch die verschiedenen Symbole im Diagramm wir die optimale Entscheidung bei den verschiedenen Wertekombinationen für die beiden Eingaben gekennzeichnet – im nachstehenden Fall handelt es sich dabei um den Wert für Bohrungskosten und für den Ablauf der großen Bohrung. Dieses Diagramm wird nur erstellt, wenn es sich bei der Ausgabe um den Wert eines Entscheidungsknotens handelt.



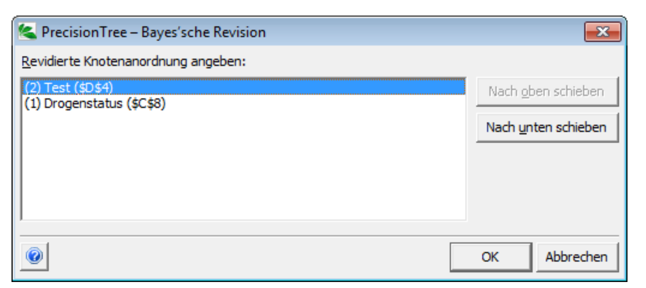
Befehl Bayes’sche Revision

Ausführen einer Bayes’schen Revision an einem Zufallsknoten in einem Entscheidungsbaum

Durch diesen Befehl wird ein Entscheidungsbaum oder untergeordneter Baum sozusagen umgeschaltet, und zwar von unbedingten auf bedingte Wahrscheinlichkeiten.

Dadurch können Wahrscheinlichkeiten bei Erhalt neuer Informationen abgeändert werden. Sie beginnen dabei mit den vorherigen Wahrscheinlichkeiten aus früheren Ergebnisse und mit bedingten Wahrscheinlichkeiten aus Informationsergebnissen. In einem Baum für Drogentests beginnen Sie beispielsweise mit den vorherigen Drogenstatus-Wahrscheinlichkeiten (Benutzer oder Nichtbenutzer) und den bedingten Wahrscheinlichkeiten von Testergebnissen (positiv oder negativ), d. h. mit dem gegebenen Drogenstatus. Bei der Entscheidungsfindung, bei der Sie die Testergebnisse schon haben, bevor Sie den Drogenstatus einer Person kennen, ist es jedoch angebracht, auch die entgegengesetzten Wahrscheinlichkeiten zu berücksichtigen, d. h. die unbedingten Wahrscheinlichkeiten der Testergebnisse und die bedingten Wahrscheinlichkeiten des Drogenstatus auf Basis der Testergebnisse. Zu diesem Zweck ist das Bayes’sche Theorem recht nützlich.

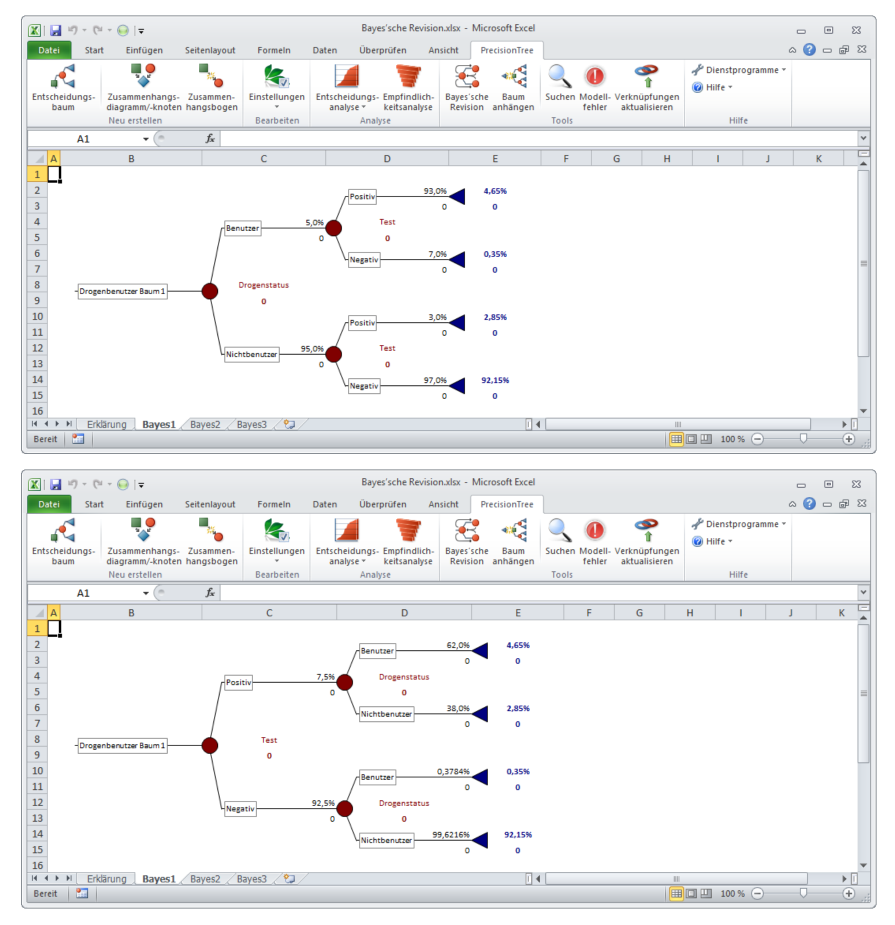
Die Bayes'sche Revision erfordert einen Entscheidungsbaum oder –unterbaum, der nur Zufallsknoten und eine symmetrische Struktur hat.



Um eine Bayes’sche Revision auszuführen, müssen Sie mit der rechten Maustaste auf den Stammknoten des abzuändernden Entscheidungsbaums oder Entscheidungsunterbaums klicken. In der Regel werden Sie die standardmäßige revidierte Knotenanordnung (d. h., die Anordnung der Knoten im abgeänderten Baum) akzeptieren.

Bei Ausführung der Bayes’schen Revision wird der Baum der revidierten Knotenanordnung gemäß umgeordnet. Mithilfe des Bayes’schen Theorem werden dann die Wahrscheinlichkeiten in dem umgeordneten Baum berechnet.

Nachstehend sind zwei Bäume zu sehen – einer vor der Bayes'schen Revision und einer nach der Revision:

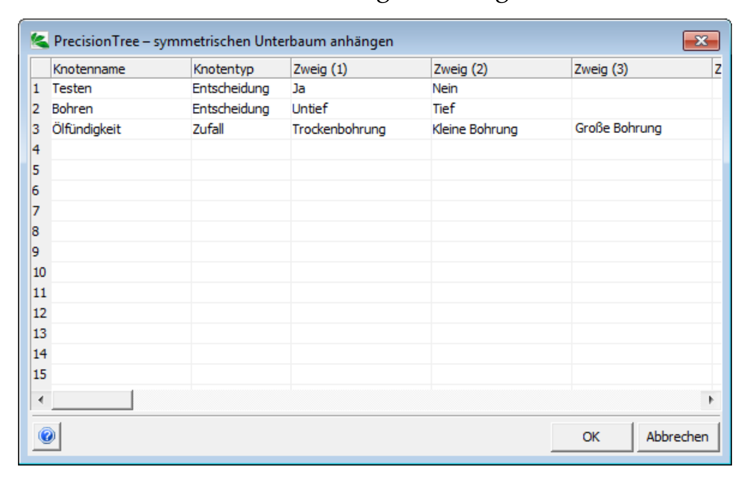


Weitere Informationen über die Bayes'sche Revision finden Sie im **Anhang B:** Bayes'sches Theorem.

Befehl Entscheidungsbaum anhängen

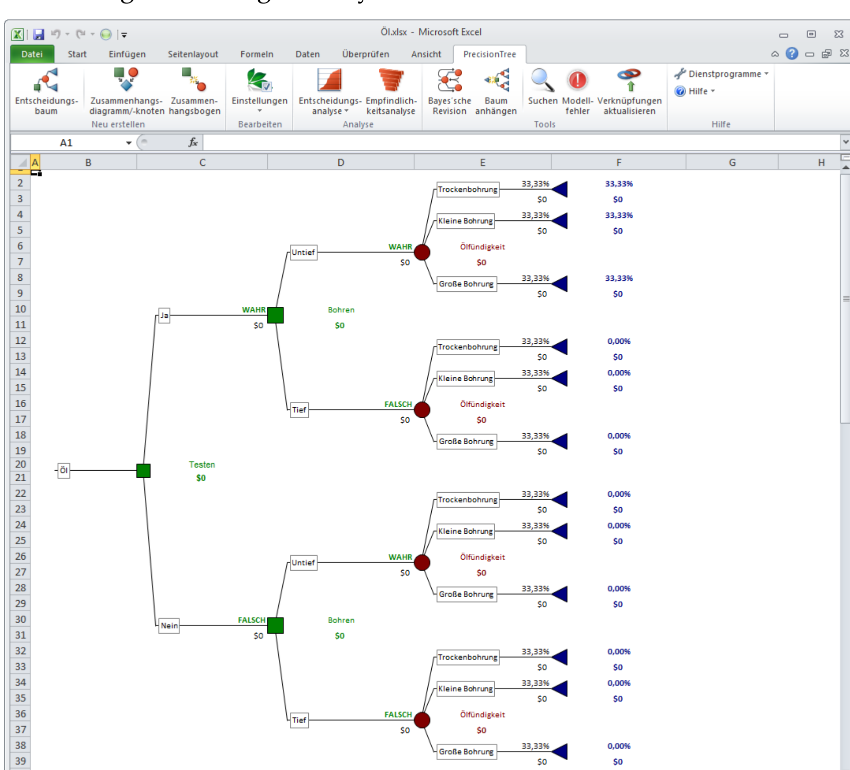
Anhängen eines symmetrischen Unterbaumes an den Endknoten im Entscheidungsbaum

Über den Befehl **Entscheidungsbaum anhängen** können Sie mühelos einen neuen Baum oder Unterbaum mit einem Satz von Knoten einrichten, der dann symmetrisch an den neuen Baum oder Unterbaum angehängt wird. Sobald ein symmetrischer Baum eingerichtet ist, können Sie mühelos die nicht benötigten Zweige abschneiden.



Beim Erstellen eines symmetrischen Unterbaumes wird jeder aufgelistete Knoten den Knoten hinzugefügt, die durch vorherigen Eintrag in die Tabelle für **Symmetrischen Unterbaum anhängen** erstellt wurden. In dem aus der vorstehenden Tabelle erstellten Baum wurde z. B. zuerst der Entscheidungsknoten „Test“ mit den Zweigen „Ja“ und „Nein“ erstellt. Anschließend wurde dann ein Entscheidungsknoten mit dem Namen „Bohren“ und den Zweigen „Untief“ und „Tief“hinzugefügt, und zwar jeweils nach den zwei Zweigen des Knotens „Test“. Danach wurde wiederum ein Knoten mit dem Namen „Ölfündigkeit“ und drei Zweigen hinzugefügt, und zwar jeweils nach den Zweigen des Knotens „Bohren“.

Daraus ergibt sich folgender symmetrischer Baum:

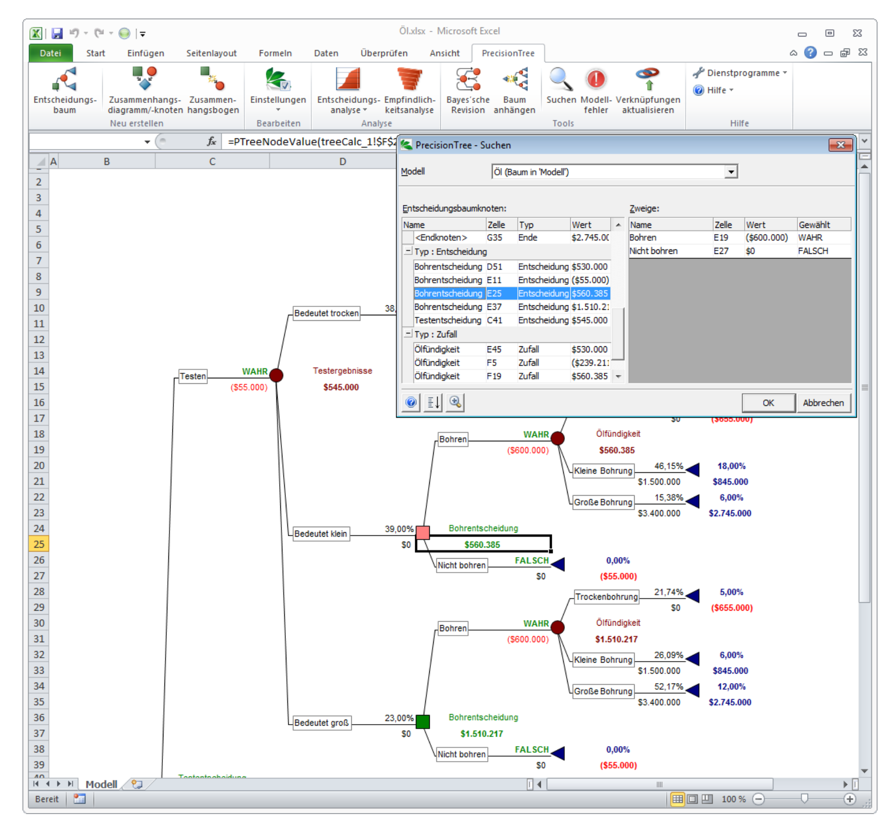


In diesem Beispiel ergaben sich im erstellten Baum aus nur einem Eintrag für „Ölfündigkeit“ gleich vier Knoten. Das ist eine große Zeitersparnis gegenüber der manuellen Knoteneingabe.

Befehl Suchen

Zeigt eine Tabelle an, die alle im Modell enthaltenen Knoten und Zweige (oder Bögen) mit einbezieht.

Über den Befehl **Suchen** im Menü **Dienstprogramme** kann eine Tabelle mit allen in einem Modell befindlichen Knoten und Zweigen (oder Bögen) angezeigt werden. Wird auf einen Knoten geklickt, wird in Excel automatisch die Arbeitsblattauswahl für den ausgewählten Knoten angezeigt. Die Funktion **Zoom** ermöglicht Ihnen, das Modell vorübergehend in der Größe zu verändern, um bei Verwendung des Dialogfelds **Suchen** die Knoten und Unterbäume besser sehen zu können. Durch Klicken auf OK wird das Dialogfeld ausgeblendet und die Arbeitsblattauswahl bezieht sich dann auf den markierten Knoten.



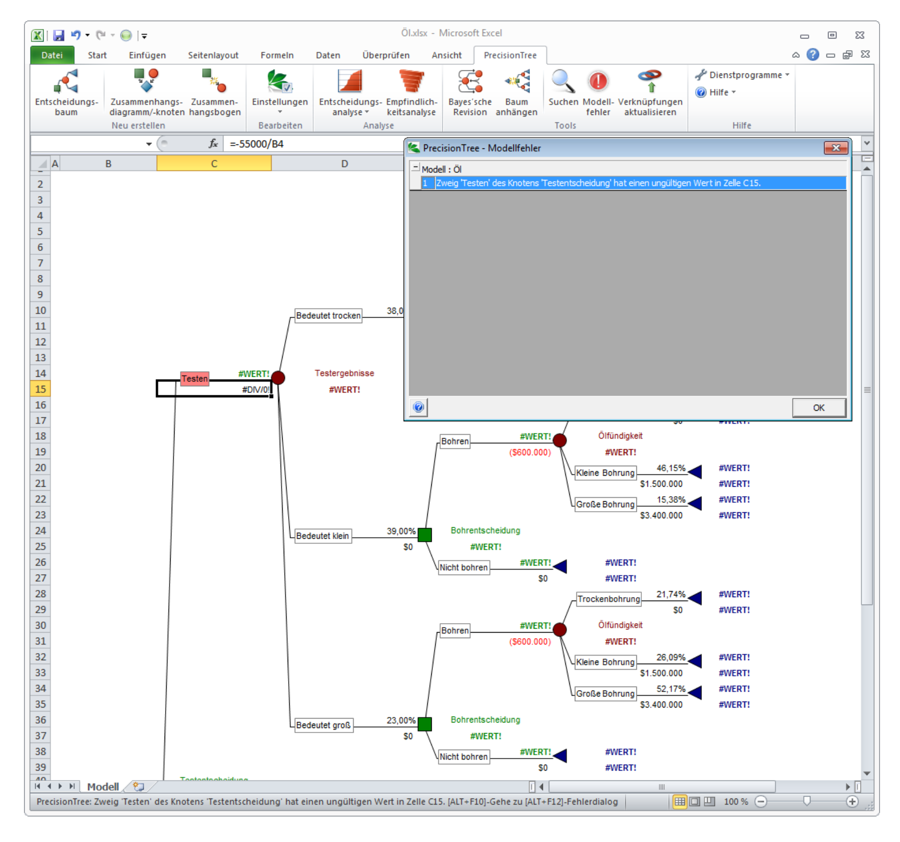
Im Dialogfeld **Suchen** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Modell –** Über diese Option wird in der aktiven Arbeitsmappe das Modell ausgewählt, für das die Knoten und Zweige (oder Bögen) angezeigt werden sollen.
- **Anordnen –** Wenn auf das Symbol für **Anordnen** geklickt wird, kann dadurch die Sortierfolge und Gruppierung von Knoten und Zweigen nach Typ, Namen oder Zelle angegeben werden.
- **Zoom –** Durch Klicken auf das Symbol für **Zoom** wird die Arbeitsblattanzeige auf die angegebene Größe eingestellt, während Sie sich im Dialogfeld **Suchen** befinden.

Befehl Modellfehler

Zeigt eine Tabelle an, die alle in den geöffneten Modellen gefundenen Fehler enthält.

In diesem Fenster, das über den Befehl **Modellfehler** des Menüs **Dienstprogramme** eingeblendet werden kann, sind alle Fehler zu sehen, die in geöffneten Modellen gefunden wurden. Auf diese Weise können Probleme beseitigt und kann schnell auf fehlerhafte Knoten zugegriffen werden. In der Excel-Statusleiste werden entstehende Fehler sofort angezeigt. Im Fenster **Modellfehler** sind dagegen alle in geöffneten Modellen vorhandenen Fehler zu sehen.



Befehl Modellverknüpfungen aktualisieren

Aktualisiert die verknüpften Werte in einem verknüpften Modell.

Durch Auswahl des Befehls **Modellverknüpfungen aktualisieren** oder durch Klicken auf das entsprechende Symbol werden alle Endknoten-Ablaufswerte in allen geöffneten verknüpften Entscheidungsbäumen aktualisiert. Das funktioniert nur dann, wenn im Dialogfeld **Modelleinstellungen** auf der Registerkarte **Berechnung** die Methode **Pfadablaufsberechnung** auf **Verknüpfte Kalkulationstabelle** und die Option **Verknüpfungsaktualisierung** dort auf **Manuell** eingestellt ist. Das manuelle Aktualisieren von Modellverknüpfungen kann sinnvoll sein, wenn umfangreiche verknüpfte Entscheidungsbäume bearbeitet werden müssen und die andauernden Neuberechnungen die Leistung beeinträchtigen könnten.

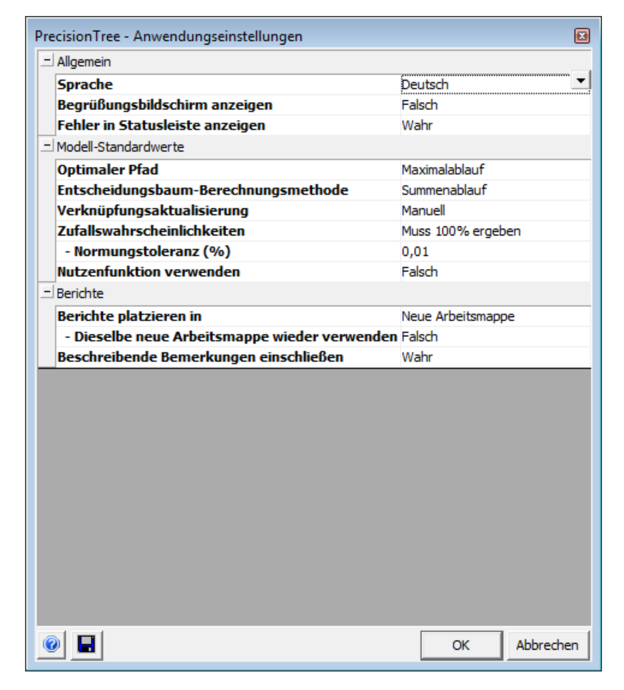
Menü Dienstprogramme

Mithilfe der Befehle in diesem Menü können Sie schnell zu jedem beliebigen Knoten im Modell gehen, um diesen zu überprüfen oder um anzugeben, wie Modellfehler berichtet werden sollen.

Befehl Anwendungseinstellungen

Zeigt das Dialogfeld *Anwendungseinstellungen* an, in dem Programmstandardwerte festgelegt werden können.

Es kann eine Vielzahl von PrecisionTree-Einstellungen auf Standardwerte festgelegt werden, die dann bei jeder Ausführung von PrecisionTree automatisch verwendet werden. Solche Standardeinstellungen können für Modellberechnung, Nutzenfunktionen, Berichtsoptionen und auch andere Optionen vorgenommen werden.



Im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** handelt es sich bei den meisten Optionen, wie z. B. **Optimaler Pfad**, **Entscheidungsbaum-Berechnungsmethode** und **Verknüpfungsaktualisierung,** um Standardeinstellungen für das Dialogfeld **Modelleinstellungen** oder **Knoteneinstellungen**. Informationen über diese Einstellungen sind an anderen Stellen in diesem Handbuch zu finden. Folgende Anwendungseinstellungen sind nicht in anderen Abschnitten zu finden:

- **Beschreibende Bemerkungen einschließen** – ermöglicht das Einbeziehen in Berichte von Zellkommentaren, durch die Einzelheiten der verschiedenen Elemente in den einzelnen Berichten beschrieben werden.

Hilfemenü

Befehl PrecisionTree-Hilfe

Zeigt die Online-Hilfe für PrecisionTree an.

Über den Befehl **PrecisionTree-Hilfe** aus dem Menü **Hilfe** kann die Online-Hilfedatei von PrecisionTree geöffnet werden. In dieser Datei werden alle Funktionen und Befehle von PrecisionTree beschrieben.

Befehl Online-Handbuch

Zeigt das Online-Handbuch für PrecisionTree an.

Über den Befehl **Online-Handbuch** aus dem Menü **?** kann dieses Handbuch online im PDF-Format geöffnet werden. Dafür muss allerdings auf dem Rechner das Programm **Adobe Acrobat Reader** installiert sein.

Befehl Beispiele für Kalkulationstabellen

Zeigt ein Explorer-Fenster an, in dem die verfügbaren PrecisionTree-Dateien mit Beispielen für Kalkulationstabellen zu sehen sind.

Über den Befehl **Beispiele für Kalkulationstabellen** aus dem Menü **?** kann ein Windows Explorer-Fenster geöffnet werden, in dem die Beispielmodelle aufgelistet sind, die im PrecisionTree-Programm enthalten sind.

Befehl Lizenzaktivierung

Zeigt die Lizenzierungsinformationen für PrecisionTree an und ermöglicht die Lizenzierung von Demo-Versionen.

Über den Befehl **Lizenzaktivierung** aus dem Menü **?** kann das Dialogfeld **Lizenzaktivierung** angezeigt werden, in dem die Versions- und Lizenzierungsinformationen für Ihr PrecisionTree-Programm zu finden sind. Sie können dieses Dialogfeld auch dazu verwenden, eine Demo-Version von PrecisionTree in ein lizenziertes Programm konvertieren zu lassen.

Weitere Informationen über die Lizenzierung von PrecisionTree sind in diesem Handbuch in **Kapitel 1: Erste Schritte** zu finden.

Befehl Info über

Zeigt die Versions- und Copyright-Informationen über PrecisionTree an.

Über den Befehl **Info über** aus dem Menü **?** können Sie das Dialogfeld **Info über** anzeigen lassen, in dem die Versions- und Copyright-Informationen über PrecisionTree aufgeführt sind.

Anhang A: Technische Hinweise

Berechnungsalgorithmus für Entscheidungsbäume

Dies ist eine kurze Darlegung des Prozesses, der in PrecisionTree verwendet wird, um die in Modellen angezeigten Werte zu berechnen.

1. Erweitern Sie alle Verweisknoten (intern und extern).
2. Identifizieren Sie alle möglichen durch den Baum laufenden Pfade.
3. Berechnen Sie für jeden Pfad den damit verbundenen Endwert.

   ***Summenbäume**:*
   Der Endwert ist die Summe aller auf diesem Pfad befindlichen Zweigwerte. Wenn für irgendeinen der Knoten eine Ablaufsformel angegeben ist, muss diese vor der Summierung auf den Zweig angewendet werden.

   Formelbäume:
   Der Endwert wird durch Auswertung der am Stammzweig des Baumes angegebenen Standardformel oder der am Endknoten angegebenen benutzerdefinierten Formel berechnet.

   Verknüpfte Bäume:
   Gehen Sie im Baum genau dem Pfad entlang (von links nach rechts) und setzen Sie die einzelnen Zweigwerte jeweils in die Zelle in, die als verknüpfte Zelle für den übergeordneten Knoten angegeben ist (d.h. für den Knoten, von dem die Zweige ausgehen). Die alten, durch diese Zweigwerte ersetzten Zellinhalte, werden intern gespeichert, sodass sie am Ende der Berechnung wiederhergestellt werden können. Sobald Sie an einem Endknoten angelangt sind, wird die Kalkulationstabelle neu berechnet und der Endwert für diesen Knoten wird aus der für den Endknoten angegebenen Zelle genommen. Falls auf einem Pfad zwei Zweigwerte in dieselbe Zelle eingegeben werden, wird die erste durch die zweite überschrieben, sodass der erste Wert dann keine Auswirkung hat.

   ***VBA-Makrobäume**:*
   Rufen Sie das benutzerdefinierte VBA-Makro auf, das zum Abruf der Endknotenwerte angegeben ist.

3. Falls eine Nutzenfunktion angegeben wurde, müssen Sie die einzelnen Endwerte jeweils in den entsprechenden Nutzwert konvertieren.
4. Als Nächstes müssen Sie im Baum mithilfe folgender Schritte zurückgehen:
   - A) Bestimmen Sie für jeden Knoten, der nur Endknoten als Nachfolgeknoten hat, den erwarteten Wert (oder erwarteten Nutzwert), und zwar wie folgt:

     Zufallsknoten: Nehmen Sie den Durchschnitt der Endwerte, die durch ihre Wahrscheinlichkeiten entsprechend gewichtet sind.

     Entscheidungsknoten*:* Verwenden Sie den Wert des optimalen Zweiges (Maximum oder Minimum). Bei Gleichstand wird immer der oberste Zweig gewählt.

     Logikknoten: Verwenden Sie den erwarteten Wert des Pfades, der durch die logischen Zweiganweisungen als WAHR angegeben wurde. Wenn keiner der Zweige WAHR ist, wird ein Fehlerwert angezeigt. Wenn mehrere logische Anweisungen als WAHR auszuwerten sind, ist der erwartete Wert der Durchschnitt aller als WAHR angegebenen Zweige (mit anderen Worten, der Logikknoten wird wie ein Zufallsknoten behandelt, indem die Wahrscheinlichkeiten gleichmäßig unter den als WAHR ausgewerteten Zweigen verteilt werden).
   - B) Der in A) berechnete Wert (oder Nutzen) wird neben dem Knoten angezeigt. Der für eine Entscheidung gewählte optimale Zweig wird jeweils durch eine WAHR- oder FALSCH-Anweisung neben den Zweigen ausgewiesen.
   - C) Sobald für alle diese Knoten eine Lösung gefunden ist, müssen die berechneten Knoten begrifflich in Endknoten konvertiert werden, wobei die Endwerte (oder Nutzwerte) den in A) festgelegten Werten entsprechen müssen.
   - D) Wiederholen Sie den Schritt A), indem Sie so weit zurückgehen, bis nur ein Endknoten im Baum übrig ist.
5. Falls eine Nutzenfunktion verwendet wird und durch die Ausgabe mehrere „Gewissheitsäquivalente“ angezeigt werden, müssen die Nutzwerte erst wieder den „Werteinheiten“ zugeordnet werden, bevor sie durch die inverse Nutzenfunktion angezeigt werden können.
6. Legen Sie für jeden Pfad die Endwahrscheinlichkeiten fest, indem Sie alle Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Zweige auf dem betreffenden Pfad multiplizieren. Falls ein Zweig von einem Entscheidungs- oder Logikzweig ausgeht, der nicht genommen wurde, ist die Wahrscheinlichkeit gleich Null.

Anhang B: Bayes'sches Theorem

Einführung

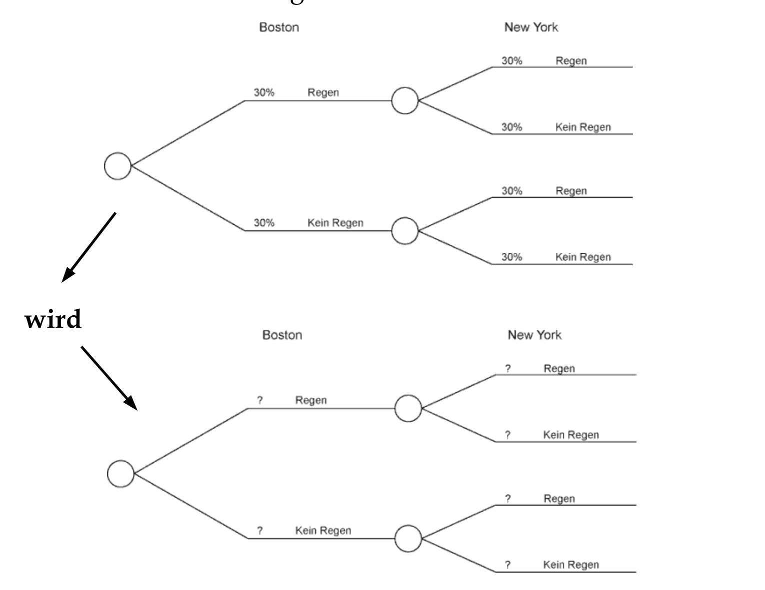
Wir erwähnten bereits im Abschnitt **Überblick über die Entscheidungsanalyse**, dass bedingte Bögen umkehrbar sind. Das sollte bedeuten, dass wir den Ablauf von zwei Zufallsereignissen umkehren können. Angenommen, wir haben es mit einer Entscheidung zu tun, bei der es um zwei Zufallsereignisse – Regen in Bosten und Regen in New York – geht. Sie haben entschieden, dass diese beiden Ereignisse voneinander abhängig sind – wenn es in Bosten regnet, ist es wahrscheinlicher, dass es auch in New York regnen wird. Kann andererseits aber nicht auch gesagt werden, dass es bei Regen in New York wahrscheinlich ebenfalls zu Regen in Bosten kommen wird?

***Modell* Regentag**

So sehen diese beiden Ereignisse in einem Zusammenhangsdiagramm aus:



Und so in einem Entscheidungsbaum:



Dieser Vorgang wird mitunter auch „Umdrehen eines Entscheidungsbaums“ genannt. Aber jetzt müssen wir die mit den beiden Ereignissen verbundenen Wahrscheinlichkeiten neu definieren und dabei erweist sich das Bayes'sche Theorem als recht nützlich. Bei diesem Theorem handelt es sich um eine algebraische Formel, durch die der Zusammenhang von Wahrscheinlichkeiten in Bezug auf voneinander abhängige Ereignisse beschrieben wird.

Definition der Fachausdrücke

Wenn Sie in Bezug auf Wahrscheinlichkeitstheorie etwas aus der Übung sind, sollten Sie sich kurz die in diesem Anhang verwendeten Notationen ansehen.

$P(A)$ *Wahrscheinlichkeit, dass das Ereignis A eintreten wird*

$P(AB)$ *Wahrscheinlichkeit, dass die Ereignisse A und B beide eintreten werden (A und B), entspricht der Notation* $P(BA)$

$P(A|B)$ *Wahrscheinlichkeit, dass Ereignis A eintreten wird, wenn auch Ereignis B eintritt (A bei B), entspricht nicht der Notation* $P(B|A)$

$P(\tilde{A})$ *Wahrscheinlichkeit, dass das Ereignis A nicht eintreten wird (nicht A), entspricht der Notation 1 -* $P(A)$

Ableitung des Bayes’schen Theorems

Dieses Theorem lässt sich leicht von einfacher Wahrscheinlichkeitstheorie ableiten. Wir beginnen mit zwei grundlegenden Regeln:

i. $$P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$$

ii. $$P(A) = P(AB) + P(A\tilde{B})$$

Wenn wir einen Baum umdrehen, kennen wir in der Regel die Wahrscheinlichkeit von Ereignis X und die Wahrscheinlichkeit von Ereignis Y, da das Auftreten von Ereignis X(P(X) und P(Y | X)) angegeben ist. Gewöhnlich müssen wir bei Angabe des Auftretens von Ereignis Y (P(X | Y)) die Wahrscheinlichkeit von Ereignis X berechnen, und zwar in Bezug auf das, was wir bereits wissen. Aus der Gleichung **i** können wir folgenden Ausdruck konstruieren:

iii. $$P(X|Y) = \frac{P(XY)}{P(Y)}$$

Unter Verwendung von Gleichung **ii** können wir Folgendes sagen:

iv. $$P(Y) = P(XY) + P(\tilde{X}Y)$$

Wir können diesen Ausdruck dann wie folgt mit Gleichung **iii** kombinieren:

v. $$P(X|Y) = \frac{P(XY)}{P(XY) + P(\tilde{X}Y)}$$

Aber vielleicht kennen wir $P(XY)$ und $P(\tilde{X}Y)$ nicht und können dann Gleichung **i** dazu verwenden, neue Ausdrücke für diese beiden zu finden.

vi. $$P(XY) = P(Y|X)P(X)$$

vii. $$P(\tilde{X}Y) = P(Y|\tilde{X})P(\tilde{X})$$

Anschließend können wir diese Ausdrücke in Gleichung **v** verwenden, um auf diese Weise das Bayes'sche Theorem daraus abzuleiten:

Bayes'sches Theorem

viii. $$P(X|Y) = \frac{P(Y|X)P(X)}{P(Y|X)P(X) + P(Y|\tilde{X})P(\tilde{X})}$$

Das Bayes'sche Theorem beschreibt die Wahrscheinlichkeit von Ereignis X bei gegebenem Auftreten von Ereignis Y, und zwar unter Verwendung der bereits bekannten Werte.

Ein anderer nützlicher Wert kann vielleicht die Wahrscheinlichkeit von Ereignis Y sein. Diese Wahrscheinlichkeit kann durch Kombination von Gleichung **i** und **ii** festgestellt werden. Am besten beginnen wir mit Gleichung **ii**:

ix. $$P(Y) = P(XY) + P(\tilde{X}Y)$$

Durch Verwendung von Gleichung **i** können wir $P(XY)$ und $P(\tilde{X}Y)$ finden:

x. $$P(XY) = P(Y|X)P(X)$$

xi. $$P(\tilde{X}Y) = P(Y|\tilde{X})P(\tilde{X})$$

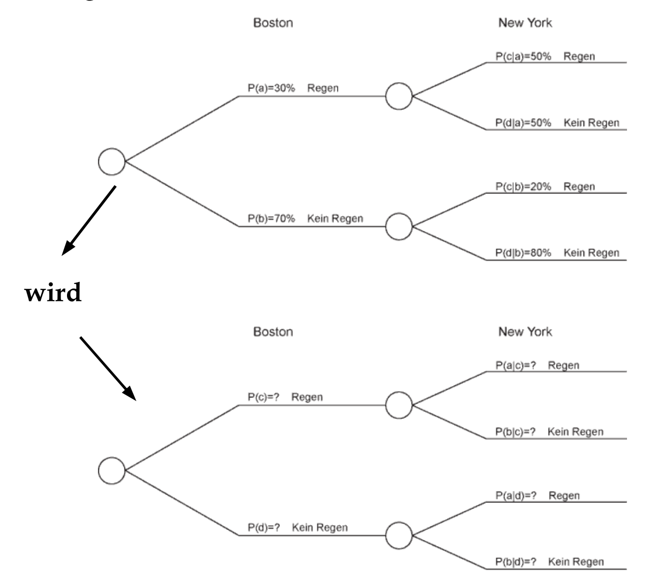
Wenn wir diese beiden Gleichungen kombinieren, erhalten wir folgenden Ausdruck:

xii. $$P(Y) = P(Y|X)P(X) + P(Y|\tilde{X})P(\tilde{X})$$

Verwendung des Bayes'schen Theorems

Alle diese Gleichungen sind einfach toll, aber wie können sie auf den Entscheidungsbaum angewendet werden? Um das herauszufinden, wollen wir das Bayes'sche Theorem gleich einmal an dem vorstehend beschriebenen Beispiel ausprobieren. Zuerst müssen wir unseren beiden Entscheidungsbäumen eine Wahrscheinlichkeitsnotation hinzufügen.

Modell* Regentag *mit Wahrscheinlich-keitsnotation



Für unseren neuen Baum müssen wir berechnen, wie wahrscheinlich es ist, dass es bei Regenwetter in New York in Bosten ebenfalls regnen wird oder anders ausgedrückt: $P(a|c)$. Zu diesem Zweck wollen wir jetzt unsere Variablen als Bayes'sches Theorem verwenden:

xiii. $$P(a|c) = \frac{P(c|a)P(a)}{P(c|a)P(a) + P(c|\tilde{a})P(\tilde{a})}$$

Für dieses Beispiel können wir mit $P(\tilde{a}) = P(b)$ arbeiten, da nur zwei Ereignisse folgendem Zufallsknoten entsprechen:

xiv. $$P(a|c) = \frac{P(c|a)P(a)}{P(c|a)P(a) + P(c|b)P(b)}$$

Zum Glück kennen wir alle Werte, die zum Lösen folgender Gleichung erforderlich sind:

xv. $$P(a|c) = \frac{.5 \times .3}{(.5 \times .3) + (.2 \times .7)} = .52$$

Wir können die gleiche Lösungsmethode auch für $P(b|c)$, $P(a|d)$ und $P(b|d)$ verwenden. Aber was wird mit $P(c)$? Das ist ganz einfach! Wir brauchen dazu nur die Gleichung **xii** ($P(\tilde{a}) = P(b)$) verwenden:

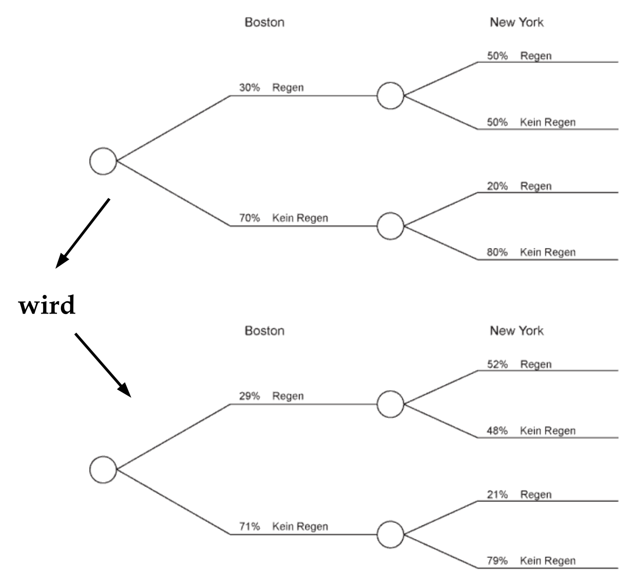
xvi. $$P(c) = P(c|a)P(a) + P(c|\tilde{a})P(\tilde{a}) = P(c|a)P(a) + P(c|b)P(b)$$

Zum Glück kennen wir alle Werte, die zum Lösen folgender Gleichung erforderlich sind:

xvii. $$P(c) = (.5 \times .3) + (.2 \times .7) = .29$$

Wir können die gleiche Lösungsmethode auch für $P(d)$ verwenden. So sieht unser Entscheidungsbaum aus, sobald wir für alle fehlenden Werte eine Lösung gefunden haben:

Lösung für Modell **Regentag**



Wie zu sehen ist, ergeben die Wahrscheinlichkeiten an jedem Zufallsknoten immer noch zusammen den Wert 1. In beiden Bäumen wird dieselbe Situation beschrieben, aber unter Verwendung von verschiedenen Wahrscheinlichkeitswerten.

Das Bayes’sche Theorem kann in jeder Situation verwendet werden, in der nach der Datenerfassung bedingte Wahrscheinlichkeiten berechnet werden müssen. Entscheidungsträger, die den Modellparametern verschiedene Wahrscheinlichkeitsverteilungen zuweisen und das Bayes'sche Theorem dazu verwenden, gewisse Schlussfolgerungen über das Modell zu ziehen, nehmen so genannte Bayes’sche Revisionen des Modells vor. In PrecisionTree werden Bayes’sche Methoden dazu verwendet, Zusammenhangsdiagramme zu lösen.

Anhang C: Nutzenfunktionen

Was ist ein Risiko?

Das Konzept des Risikos hat seinen Ursprung in unserer Unfähigkeit, in die Zukunft sehen zu können, und weist auf einen gewissen Grad der Unbestimmtheit hin, der unsere Aufmerksamkeit erfordert. Diese etwas vage Definition kann aber durch das Herausstellen mehrerer markanter Risikomerkmale klarer umrissen werden.

Risiko kann objektiv oder subjektiv sein

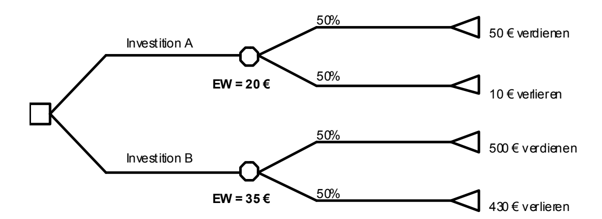
Beim Hochwerfen einer Münze ist das Risiko z. B. objektiv, da die Chancen (ob die Zahl oder Wappen nach oben zu liegen kommt) bekannt sind. Obwohl das Ergebnis unbestimmt ist, kann ein objektives Risiko auf Basis der Theorie, des Experiments oder anhand des gesunden Menschenverstandes genau beschrieben werden. Alle stimmen mit der Beschreibung eines objektiven Risikos überein. Wenn Sie dagegen die Chancen beschreiben müssten, dass es nächsten Donnerstag regnen wird, handelt es sich ganz klar um ein subjektives Risiko. Anhand der gleichen Informationen (wie z. B. Theorie, Computer usw.) könnte in diesem Fall der Meteorologe A die Regenchancen evtl. auf 30 %, der Meteorologe B sie aber auf 65 % einschätzen. Man kann dabei nicht sagen, dass der eine recht und der andere unrecht hat. Die Beschreibung eines subjektiven Risikos ist nämlich erweiterbar in dem Sinne, dass die Auswertung jederzeit durch neue Informationen, weitere Untersuchungen oder durch Einbeziehung der Meinung anderer verbessert oder modifiziert werden kann. Bei den meisten Risiken in Ihrem Entscheidungsmodell handelt es sich um subjektive Risiken.

Die Entscheidung, ob etwas riskant ist, liegt im persönlichen Erachten



Nehmen wir beispielsweise die folgende Entscheidung in Bezug auf zwei Investitionen:

Investitionsmodell



In diesem Beispiel wird eine Entscheidung zwischen zwei Investitionen getroffen, die verschiedene Risiken enthalten. Investition B hat den höchsten erwarteten Wert und würde unweigerlich ausgewählt werden, wenn keine anderen Kriterien ebenfalls auf die Entscheidung einwirken würden. Investition B scheint jedoch erheblich riskanter zu sein als Investition A. Die meisten Anleger würden daher die Investition A bevorzugen. Die Frage ist: wie kann der Risikobewertung einer Situation ein quantitativer Messwert beigegeben werden?

Bei Risiken haben wir oft die Wahl, sie entweder zu akzeptieren oder zu vermeiden

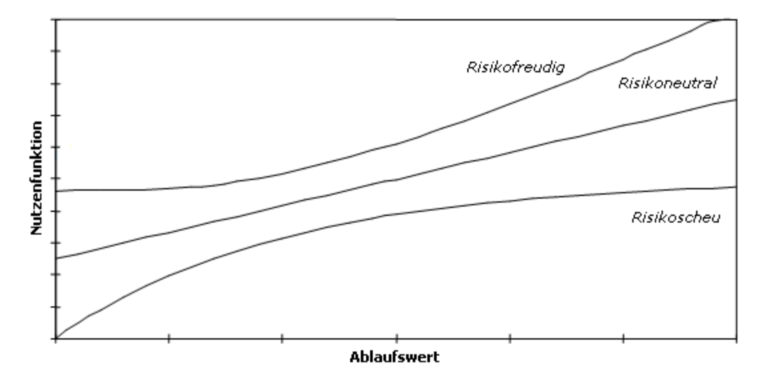
Jeder Mensch hat seine eigene „Risikoschwelle". Zwei Geschäftsleute gleichen Einkommens könnten z. B. sehr unterschiedlich auf die oben beschriebene Investition reagieren – der eine könnte die Investition A und der andere die Investition B wählen. Ein Entscheidungsträger könnte z.B. risikoscheu sein und eine geringe Streubreite der möglichen Ergebnisse vorziehen, wobei er darauf achtet, dass die größte Wahrscheinlichkeit mit den erwünschten Ergebnissen verknüpft ist. Ein risikofreudiger Entscheidungsträger akzeptiert dagegen wahrscheinlich eine größere Streubreite bzw. eine mögliche Variation in der Ergebnisverteilung. Der Entscheidungsträger kann natürlich auch risikoneutral sein und beim Treffen von Entscheidungen nur den erwarteten Wert im Auge haben.

Risikomessung mithilfe von Nutzenfunktionen

Sie wissen wahrscheinlich ziemlich genau, wie viel an Risiko Sie akzeptieren können, aber wie kann das in einem Entscheidungsmodell ausgedrückt werden? Sie würden sich eine Entscheidung am liebsten sicherlich erst einmal ansehen und dann den erwarteten Wert und das damit verbundene Risiko abwägen. Auch würden Sie sich wahrscheinlich ein wenig überlegen wollen, wie viel Risiko akzeptabel ist. Dabei erweisen sich die Nutzenfunktionen als recht nützlich.

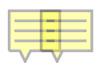
Eine Nutzenfunktion ist ein Ausdruck, der das Risiko dadurch erklärt, dass der Ablaufswert einer Entscheidung in Nutzwerteinheiten konvertiert wird. Der Nutzwert einer Entscheidung wird dann mit dem Nutzwert einer anderen Entscheidung verglichen, um die optimale Entscheidung auszuwählen.

Typische Nutzenfunktionen für verschiedene Entscheidungs-träger



Das vorstehende Beispiel enthält typische Nutzenfunktionen für risikoscheue, risikofreudige und risikoneutrale Entscheidungsträger. Die typische risikoneutrale Nutzenkurve ist linear (d.h., riskanten Situationen wird keine besondere Wertigkeit zugewiesen), während die risikoscheue Kurve konvex verläuft.

Erwarteter Nutzwert



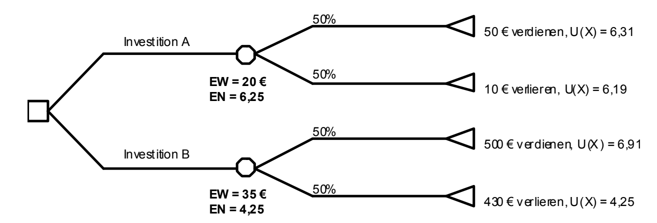
Wir gehen zurück zum bereits erörterten Investitionsbeispiel: Der Einfachheit halber verwenden wir die folgende Nutzenfunktion:

Nutzenfunktion

$$U(x) = \ln(x + 500)$$

Zusätzlich zu den erwarteten Werten aus den beiden Investitionsentscheidungen können wir auch die erwarteten Nutzwerte berechnen, bei denen es sich um den gewichteten Durchschnitt der Nutzwerteinheiten für jedes Ergebnis handelt.

Erwarteter Nutzwert für das Investitionsmodell



In diesem Beispiel ist der erwartete Nutzwert der Investition A größer als der Nutzwert der Investition B. Obgleich der erwartete Wert für Investition B größer ist, wäre Investition A die bessere Wahl. Erwarteter Nutzwert ist als solcher eine nicht viel bedeutende Zahl. Es genügt nicht, Ihrem Chef einfach zu sagen: „Wir sollten Investition A nehmen, weil diese einen Nutzwert von 6,25 hat.“ Sie müssen den Nutzwert in Einheiten ausdrücken, die für andere verständlich sind.

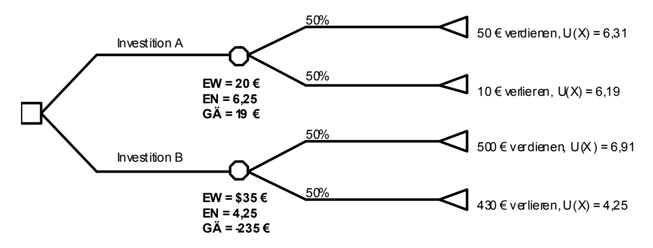
Gewissheitsäquivalent

Das Gewissheitsäquivalent ist der Wert, dem Sie einer unbestimmten Situation geben. Es handelt sich hier praktisch um den Geldbetrag, den Sie akzeptieren würden, um eine riskante Entscheidung zu vermeiden. Das Gewissheitsäquivalent eines Zufallsknotens wird dadurch berechnet, dass die Inverse der Nutzenfunktion und des erwarteten Nutzwerts des Knotens verwendet wird. Anstatt eine Entscheidung auf Basis des erwarteten Nutzwerts zu treffen, können wir die Option mit dem höchsten Gewissheitsäquivalent wählen. Das ergibt dieselbe Entscheidung, aber es werden dann für uns verständliche Einheiten verwendet.

In unserem Beispiel könnte das Gewissheitsäquivalent durch folgende Formel berechnet werden:

$$X = \exp(EU) - 500$$

Diese Formel stellt die Inverse unserer Nutzenfunktion dar. Wenn wir die Ergebnisse in unserem Entscheidungsbaum platzieren, ergibt sich daraus Folgendes:



In diesem Modell hat die Investition A das höchste Gewissheitsäquivalent. Das ist nicht überraschend, da diese Investition auch den höchsten erwarteten Nutzwert hat.

Risikopremium

Auf wie viel können Sie verzichten, um das Risiko zu vermeiden? Bei der Risikoprämie handelt es sich um die Differenz zwischen dem erwarteten Wert und dem Gewissheitsäquivalent eines Ereignisses. Je höher die Risikoprämie für ein Ereignis gesetzt ist, desto risikoscheuer ist der Entscheidungsträger. Falls es sich bei der Risikoprämie um eine negative Zahl handelt, ist der Entscheidungsträger sehr risikofreudig. In einer risikoneutralen Situation ist die Risikoprämie gleich Null.

In unserem Beispiel wird bei der Investition B mit einer Risikoprämie von $ 270 gearbeitet. Wir brauchen aber nur auf $ 1 verzichten, um das mit Investition A verbundene relativ geringe Risiko zu vermeiden.

PrecisionTree und Nutzenfunktionen

In PrecisionTree können Sie für jeden Zufallsknoten in Ihrem Modell eine unterschiedliche Nutzenfunktion definieren. Wenn Sie einen neuen Knoten erstellen, wird diesem durch PrecisionTree automatisch die von Ihnen definierte Nutzenfunktion zugewiesen. Sie können diese Nutzenfunktion aber jederzeit während des Modellierprozesses noch ändern.

Um eine risikoneutrale Entscheidung zu definieren, brauch Sie nur den Risikoeffizienten 0 eingeben oder das Entscheidungsmodell auf den erwarteten Wert einstellen. PrecisionTree trifft dann die Entscheidungen grundsätzlich auf Basis des erwarteten Wertes.

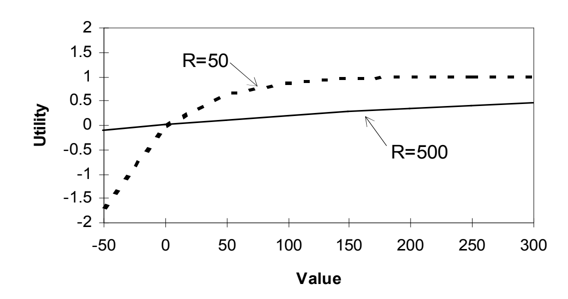
Exponentielle Nutzenfunktion

Die gebräuchlichste Nutzenfunktion ist die exponentielle Nutzenfunktion. Diese Funktion ist bereits in PrecisionTree integriert und wie folgt definiert:

$$\mathrm{U}(x) = 1 - \exp(-x / R)$$

R stellt die Risikotoleranz des Entscheidungsträgers (oder den Risikokoeffizienten) dar. Ein kleiner R-Wert bedeutet Risikoaversion. Mit zunehmendem R-Wert wird der Entscheidungsträger entsprechend risikofreudiger.

Typische exponentielle Nutzenkurven



Im vorstehenden Beispiel werden zwei exponentielle Nutzenkurven grafisch dargestellt. Die eine Kurve hat den Risikokoeffizienten 50 und die andere den Risikokoeffizienten 500. Die Kurve mit dem höheren Koeffizienten ist flacher und stellt damit eine größere Risikofreudigkeit dar als die andere Kurve.

Auswahl eines Risikokoeffizienten

Der für Sie richtige R-Wert kann auf viele verschiedene Weisen bestimmt werden. Einige Industriebranchen sind risikofreudiger als andere. Mehrere Unternehmen arbeiten mit einer vordefinierten Formel, was die Risikotoleranz angelangt. Es ist dem Entscheidungsträger überlassen, genau festzulegen, wie viel Risiko bei der betreffenden Entscheidung toleriert werden kann.

Nachteile

Die exponentielle Nutzenfunktion hat den Nachteil, dass sie eine ständige Risikoaversion voraussetzt. Mit anderen Worten, bei dieser Nutzenfunktion würden Sie an eine riskante Situation immer mit der gleichen Risikoscheue herangehen, ganz gleich, was Ihre finanzielle Situation ist. Das ist vielleicht eine gute Approximation für gewisse Situationen, wenn z.B. durch eine Empfindlichkeitsanalyse zu erkennen ist, dass sich unterschiedliche Risikotoleranz nicht erheblich auf das Modell auswirkt. Aber was passiert, wenn sich unser Risikoverhalten ändert?

Benutzerdefinierte Nutzenfunktionen

PrecisionTree bietet Ihnen eine standardmäßige exponentielle Nutzenfunktion. Über VBA (Visual Basis for Applications) können Sie aber in Excel mühelos Ihre eigene Nutzenfunktion konstruieren. In diesem Abschnitt werden einige gebräuchliche Nutzenfunktionen erörtert und wird auch erklärt, wie diese in Ihren Modellen Verwendung finden können.

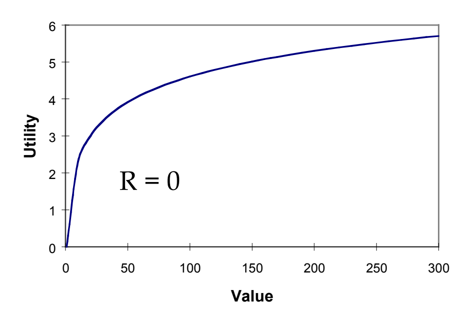
Logarithmische Nutzenfunktion

In einigen Nutzenfunktionen wird berücksichtigt, dass Sie bei Vorhandensein von mehr Geld wahrscheinlich risikofreudiger werden (d.h., dass die Risikoaversion abnimmt). In solchem Fall wird gewöhnlich folgende logarithmische Nutzenfunktion verwendet:

$$\mathrm{U}(x) = \ln(x + R)$$

Dem Ausdruck wird ein konstanter R-Wert hinzugefügt, um sicherzustellen, dass durch PrecisionTree auf keinen Fall das Protokoll einer negativen Zahl aufgezeichnet wird (wodurch ein Fehler angezeigt werden würde). Falls Ihre x-Werte negativ sein könnten, sollten Sie einen entsprechend großen R-Wert wählen, um sicherzustellen, dass der Wert von x + R auf keinen Fall geringer als Null sein kann.

Logarithmische Nutzenkurven



Das vorstehende Beispiel enthält eine logarithmische Nutzenkurve mit dem Risikokoeffizienten 0. Wenn Sie den R-Wert ändern, verschiebt sich die Kurve lediglich dementsprechend auf der x-Achse.

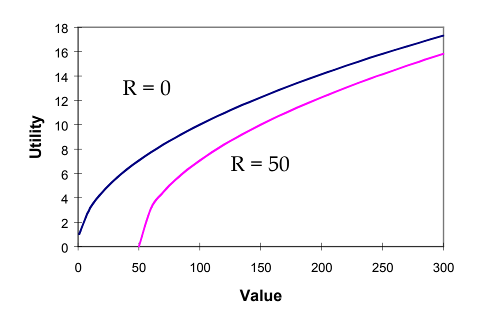
Quadratwurzel-Nutzenfunktion

Durch diese Nutzenfunktion wird ebenfalls eine abnehmende Risikoaversion dargestellt. Die Formel dafür ist wie folgt:

$$\mathrm{U}(x) = +\sqrt{x + R}$$

Genau wie bei der logarithmischen Funktion wird hier dem Ausdruck ein konstanter R-Wert hinzugefügt, um sicherzustellen, dass durch PrecisionTree auf keinen Fall die Quadratwurzel einer negativen Zahl aufgezeichnet wird (wodurch ein Fehler angezeigt werden würde). Falls Ihre x-Werte negativ sein könnten, sollten Sie einen entsprechend großen R-Wert wählen, um sicherzustellen, dass der Wert von x + R auf keinen Fall geringer als Null sein kann.

Quadratwurzel-Nutzenkurven



Im vorstehenden Beispiel sind zwei Quadratwurzel-Nutzenkurven zu sehen. Eine davon hat den Risikokoeffizienten 0 und die andere den Risikokoeffizienten 50. Beide Kurven haben die gleiche Form. Durch den unterschiedlichen R-Wert, werden die Kurven auf der x-Achse lediglich entsprechend verschoben angezeigt.

Definition von benutzerdefinierten Nutzenfunktionen



Sie können in Excel Ihre eigene Nutzenfunktion erstellen (Einzelheiten darüber finden Sie im Excel-Benutzerhandbuch). Anschließend müssen Sie dann eine anderen Funktion für die inverse Funktion oder Umkehrfunktion schreiben, wodurch der erwartete Nutzwert in das Gewissheitsäquivalent konvertiert wird. Sie könnten beispielsweise die folgenden Funktionen für ein Quadratwurzel-Nutzenfunktion verwenden:

Utility_SquareRoot(X,R)

Inverse_SquareRoot(EU,R)

wobei **X** dann der erwartete Wert eines Knotens, **R** der Risikokoeffizient und **EU** der erwartete Nutzwert eines Zufallsknotens ist.

Wenn Sie eine Nutzenfunktion in Ihr Modell integrieren möchten, sind dafür drei Schritte erforderlich:

❶ *Verwenden Sie die Nutzenfunktion, um den Nutzwert der einzelnen Zufallsergebnisse zu berechnen.*

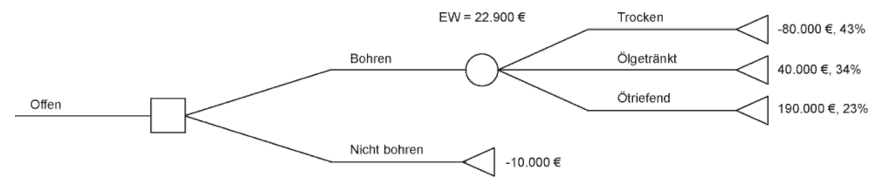
❷ *Berechnen Sie den erwarteten Nutzwert des Zufallsknotens.*

❸ *Konvertieren Sie den erwarteten Nutzwert in das Gewissheitsäquivalent und verwenden Sie dazu die inverse Nutzenfunktion.*

> ***Hinweis: Weitere Informationen über das Definieren von Dienstprogrammfunktionen finden Sie im Beispielmodell* Ölbohrung 6 – Model with Utility Function.xlsx.**

Um diese Techniken zu veranschaulichen, wollen wir uns noch einmal einen Teil des Ölbohrungsbeispiels ansehen:

Bohrentscheidung für offene Testergebnisse

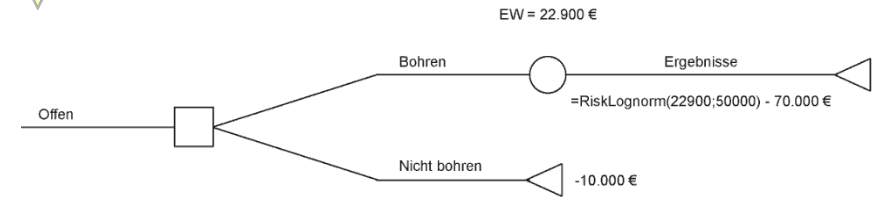


Auf Basis des erwarteten Werts wird die optimale Entscheidung, die Bohrung vorzunehmen, getroffen. Aber wird das die endgültige Entscheidung bleiben, wenn das Bohrrisiko mit berücksichtigt wird?

Sofern die Funktionen **Utility_SquareRoot** und **Inverse_SquareRoot** in VBA erstellt wurden und sich in einem geöffneten VBA-Modul befinden, brauchen Sie nur **Utility_SquareRoot** und dann einen Risikokoeffizienten eingeben. Der Baum wird dann durch PrecisionTree neu berechnet und dann ein Gewissheitsäquivalent für jeden Knoten zurückgegeben.

Bohrentscheidung mit Gewissheitsäquivalenten

Der endgültige Entscheidungsbaum sieht dann wie folgt aus:



Die Entscheidung ist weiterhin, mit der Bohrung zu beginnen, aber das Gewissheitsäquivalent ist erheblich kleiner als der erwartete Wert. Mit anderen Worten, unsere Entscheidung hat sich nicht geändert, aber wir wissen jetzt, dass das damit verbundene Risiko diese Option weniger attraktiv macht, als wir vorher erwartet hatten.

Anhang D: Empfohlene Lektüre

Bücher und Artikel über die Entscheidungsanalyse

Durch das PrecisionTree-Handbuch haben Sie einen ersten Einblick in die Begriffe der Entscheidungsanalyse und Simulation erhalten. Wenn Sie jedoch daran interessiert sind, mehr über die Entscheidungsanalysenmethode und deren Theorie zu erfahren, gibt es verschiedene Bücher und Artikel, die sich speziell mit verschiedenen Bereichen der Entscheidungsanalyse befassen.

Einführung in die Entscheidungsanalyse

- * Baird, Bruce F., Managerial Decisions Under Uncertainty: An Introduction to the Analysis of Decision Making. New York: John Wiley and Sons, 1989. (*)
- * Clemen, Robert T., Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis. Boston: PWS-Kent Publishing Company, 1991.(*)
- Raiffa, Howard. Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty. Reading, MA: Addison-Wesley, 1968.

Technische Unterlagen über Entscheidungsbäume und Zusammenhangsdiagramme

- Cockett, J. R. B., and J. A. Herrera. 1990. "Decision Tree Analysis." Journal of the Association for Computing Machinery. 37: 815-842.
- Oliver, Robert M., and James Q. Smith, eds. Influence Diagrams, Belief Nets and Decision Analysis. New York: John Wiley and Sons, 1990.
- Shachter, R. D. 1986. "Evaluating Influence Diagrams." Operations Research. 34: 871-882.

Technische Unterlagen über die Empfindlichkeitsanalyse

- French, S. 1992. "Mathematical Programming Approaches to Sensitivity Calculations in Decision Analysis" Journal of the Operational Research Society. **43**: 813-819.

Beispiele und Fallstudien zur Entscheidungsanalyse

- Howard, Ronald A., and James E. Matheson, eds. The Principles and Applications of Decision Analysis. Vols. I and II. Menlo Park: Strategic Decisions Group, 1989.

- Newendorp, Paul and Schuyler, John, Decision Analysis for Petroleum Exploration, 2nd Ed.: Planning Press, Aurora, Colo., 2000.

Die mit einem * versehenen Buchtitel können über Palisade Corporation bestellt werden. Um eine Bestellung aufzugeben oder weitere Informationen über diese und andere Buchtitel anzufordern, sollten Sie uns unter der Nummer (800) 432-7475 (gebührenfrei – nur innerhalb USA/Kanada) oder +1-607-277-8000 anrufen oder ein Fax an +1-607-277-8001 senden. Sie können uns auch per E-Mail unter **sales@palisade.com** ***erreichen oder unsere Website*** **http://www.palisade.com** ***besuchen. Wenn Sie uns per Brief ansprechen möchten, senden Sie diesen bitte an:***

Palisade Corporation
798 Cascadilla Street
Ithaca, NY 14850, USA

Anhang E: Verwendung von PrecisionTree zusammen mit anderen DecisionTools

DecisionTools Suite

Die **DecisionTools Suite** von Palisade besteht aus einem kompletten Satz von Entscheidungsanalysenlösungen für Microsoft Windows. Mit den DecisionTools bietet Ihnen Palisade eine Reihe von Entscheidungshilfe-Tools, die sich die Funktionalität der Kalkulationstabellen-Software voll zu Nutze machen.

Die **DecisionTools Suite** bietet Ihnen hochentwickelte Tools für alle Entscheidungen, angefangen von der Risikoanalyse, über die Empfindlichkeitsanalyse, bis hin zur Verteilungsanpassung. Die **DecisionTools Suite** enthält folgende Softwarekomponenten:

- **@RISK** – für Risikoanalyse unter Verwendung der „Monte-Carlo"-Simulation
- **TopRank** – für Empfindlichkeitsanalyse
- **PrecisionTree** – für Entscheidungsanalyse mit Entscheidungsbäumen und Zusammenhangsdiagrammen

Die vorstehend aufgeführten Tools können zwar ohne weiteres einzeln erworben und verwendet werden, aber sie entwickeln erst zusammengenommen ihre volle Leistungsfähigkeit. Sie können beispielsweise Verlaufs- und Anpassungsdaten analysieren, um diese dann in einem @RISK-Modell zu verwenden. Oder Sie können auch TopRank benutzen, um festzulegen, welche Variablen im @RISK-Modell definiert werden sollen.

In diesem Kapitel wird erklärt, wie die einzelnen DecisionTools-Komponenten ineinander greifen und Ihnen dadurch die wirksame Beschlussfassung erleichtern.

Kaufinformationen

Alle hier erwähnten Softwareprogramme können direkt bei Palisade Corporation käuflich erworben werden. Um eine Bestellung aufzugeben oder weitere Informationen anzufordern, setzen Sie sich bitte mit einer der Verkaufsabteilungen von Palisade in Verbindung:

Verkaufsabteilung für Nord- und Südamerika:

- *Telefon:* **+1-607-277-8000**
  Montag bis Freitag von 8.30 bis 17.00 Uhr US-Ostküstenzeit
- *Fax:* **+1-607-277-8001**
- *E-Mail:* **sales@palisade.com** *oder* **ventas@palisade-lta.com**
- *Website:* **http://www.palisade.com** *oder* **http://www.palisade-lta.com**
- Per Post:
  Palisade Corporation
  798 Cascadilla Street
  Ithaca, NY 14850
  USA

Palisade Europe ist wie folgt zu erreichen:

- *Telefon*: **+44 1895 425050** *(GB)*
- *Fax:* **+44 1895 425051** *(GB)*
- *E-Mail:* **sales@palisade-europe.com**
- *Website:* **http://www.palisade-europe.com**
- *Per Post:*
  Palisade Europe
  31 The Green
  West Drayton
  Middlesex
  UB7 7PN
  Großbritannien

Palisade Asia Pacific ist wie folgt zu erreichen:

- *Telefon:* **+61 2 9252 5922** *(AU)*
- *Fax:* **+61 2 9252 2820** *(AU)*
- *Website:* **http://www.palisade.com.au**
- *Per Post:*
  Palisade Asia-Pacific Pty Limited
  Suite 404, Level 4
  20 Loftus Street
  Sydney NSW 2000
  Australien

DecisionTools-Fallstudie

Die Excelsior Elektronik AG produziert Desktop-Computer. Die Firma ist jetzt dabei, mit dem Excelsior 5000 auch in den Laptop-Markt einzutreten und möchte gern wissen, ob dieses neue Produkt der Firma auch Gewinn bringen wird. Aus diesem Grunde wurde ein Kalkulationstabellen-Modell erstellt, in dem die nächsten beiden Jahre dargestellt werden, und zwar stellt jede Spalte einen Monat dar. In dem Modell werden die Kosten für Produktion, Marketing und Versand berücksichtigt sowie der Preis pro Einheit, Anzahl der verkauften Einheiten usw. Das Fazit für jeden Monat ist die Zeile **Profit.** Excelsior rechnet bei diesem Produkt zu Anfang mit einigen Rückschlägen, aber solange diese nicht zu gewaltig sind und der Gewinn zu Ende des zweiten Jahres aufsteigend ist, will die Firma das Projekt E5000 anlaufen lassen.

Zuerst TopRank, dann @RISK ausführen

Mit TopRank werden die kritischen Variablen für das Modell gefunden. Anschließend werden die Profit-Zellen als Ausgaben gewählt und dann wird eine automatische WENN-Analyse ausgeführt. Aus den Ergebnissen ist schnell zu erkennen, dass fünf der vielen Variablen die größte Auswirkung auf den Gewinn haben. Es handelt sich dabei um „Preis pro Einheit“, „Marketing-Kosten“, „Herstellungszeit“, „Einkaufspreis für Speicherkomponenten“ und „Einkaufspreis für CPU-Chips“. Excelsior entscheidet daher, sich auf diese Variablen zu konzentrieren.

Anschließend die Wahrscheinlichkeiten auswerten

Es werden Verteilungsfunktionen benötigt, um im Kalkulationstabellenmodell die 5 Variablen zu ersetzen. Für „Preis pro Einheit“ und „Herstellungszeit“ werden Normalverteilungen verwendet, und zwar auf Basis von internen Entscheidungen und Informationen aus der Fertigungsabteilung von Excelsior.

Dann die Verteilungsanpassung hinzufügen

Es werden die wöchentlichen Preisangebote für Speicherkomponenten und CPUs für die letzten beiden Jahre ermittelt. Diese Daten werden dann in die @RISK-Verteilungsanpassung eingegeben und somit die Verteilungen den Daten angepasst. Durch Aussagewahrscheinlichkeitsinformationen wird bestätigt, dass die Verteilungen den Tatsachen entsprechen, und die sich daraus ergebenen @RISK-Verteilungsfunktionen werden dann in das Modell eingefügt.

Als Nächstes mittels @RISK simulieren

Sobald alle @RISK-Funktionen platziert sind, werden die Profit-Zellen als Ausgaben ausgewählt und dann eine Simulation ausgeführt. Allgemein gesehen, sind die Ergebnisse viel versprechend. Anfangs ist zwar mit Verlusten zu rechen, aber die Gewinnwahrscheinlichkeit ist 85 % mit einer 25 %igen Möglichkeit, dass das Projekt mehr als ursprünglich angenommen einbringen wird! Auf Basis dieser Informationen wird dem Projekt „Excelsior 5000" das grüne Licht gegeben.

Entscheidung mittels PrecisionTree

Excelsior Elektronik war davon ausgegangen, dass die Firma das Produkt „Excelsior 5000" eigenhändig vertreiben würde. Aber es wird jetzt auch die Möglichkeit erwogen, verschiedene Katalogfirmen und Direktanbieter einzuschalten. Mit Hilfe von PrecisionTree wird deshalb ein Entscheidungsbaummodell erstellt, in dem der Preis pro Einheit, das Umsatzvolumen und andere wichtige Faktoren des Eigenvertriebs mit denen des Vertriebs durch Dritte verglichen werden. Aus der Entscheidungsanalyse geht laut PrecisionTree hervor, dass der Vertrieb durch Dritte für Excelsior Elektronik wirtschaftlicher ist. Daraufhin wir der entwickelte Plan entsprechend implementiert.

Einführung in @RISK

Risikoanalysenmethoden werden seit langem als wertvolle Hilfsmittel beim Bewältigen von unbestimmten Situationen geschätzt. Diese Methoden sind bisher jedoch nur begrenzt eingesetzt worden, da sie nicht nur kostenaufwendig und umständlich zu benutzen, sondern auch rechnerisch aufwendig sind. Der zunehmende Einsatz von Computern, sowohl in der Geschäftswelt als auch in der Wissenschaft, bietet neuerdings die Möglichkeit, diese Methoden für alle Entscheidungsträger wirtschaftlich zu machen.

Diese Möglichkeit ist von @RISK (sprich „ät risk“) jetzt in die Wirklichkeit umgesetzt worden. Es handelt sich bei @RISK um ein System, das die Methoden der Risikoanalyse für das dem Industriestandard entsprechenden Kalkulationstabellen-Paket Microsoft Excel brauchbar macht. Mithilfe von @RISK und Excel kann praktisch jede risikointensive Situation, ganz gleich, ob sie geschäftlicher, wissenschaftlicher oder industrieller Natur ist, modelliert werden. Bei jeder unbestimmten Entscheidung oder Analyse können Sie mit @RISK erheblich zuversichtlicher in die Zukunft schauen.

Risikoanalyse und @RISK

Traditionell gesehen, bestehen Analysen meistens aus einer Kombination von Einzelpunkt-Schätzungen der Variablen eines Modells, aus denen heraus dann ein Einzelergebnis vorhergesagt wird. Das ist auch das Standardmodell für Excel, wobei es sich um eine Kalkulationstabelle mit einer Einzelschätzung der Ergebnisse handelt. Schätzungen von Modellvariablen müssen deshalb verwendet werden, weil die tatsächlich auftretenden Werte noch nicht mit Bestimmtheit vorhergesagt werden können. Wie Sie wissen, sieht die Wirklichkeit meistens ganz anders als geplant aus. Es könnte z. B. sein, dass Sie bei einigen Schätzungen zu konservativ und bei anderen zu optimistisch gewesen sind. Zusammengenommen führen diese Schätzungsfehler oft zu einem tatsächlichen Ergebnis, das sich ganz erheblich von dem geschätzten Ergebnis unterscheidet. Mit anderen Worten, die auf Basis des erwarteten Ergebnisses getroffene Entscheidung könnte falsch sein und wäre wahrscheinlich nie getroffen worden, wenn Sie ein umfassenderes Bild von den möglichen Resultaten gehabt hätten. Geschäftsentscheidungen, technische Entscheidungen und wissenschaftliche Entscheidungen ... sie alle beruhen auf Schätzungen und Annahmen. Mithilfe von @RISK können Sie diese Unbestimmtheit ausdrücklich in Ihre Schätzungen mit einbeziehen, um so zu Ergebnissen zu kommen, die alle möglichen Resultate mit einbeziehen.

Monte Carlo-Simulation

@RISK verwendet eine Methode, die *Monte Carlo-Simulation* genannt wird, um alle von Ihnen identifizierten Unbestimmtheiten in die modellierte Situation mit einzubeziehen. Sie sind dann nicht mehr gezwungen, all das, was Sie über eine Variable wissen, in einer einzigen Zahl zusammenzufassen. Stattdessen können Sie die gesamten Informationen, einschließlich aller möglichen Werte und die Wahrscheinlichkeit deren Auftretens, über die Variable mit berücksichtigen. @RISK verwendet alle diese Informationen, zusammen mit Ihrem Excel-Modell, um jedes mögliche Resultat zu analysieren. Sie erhalten dadurch praktisch das gleiche Ergebnis, als ob Sie Hunderte oder Tausende von „Wenn"- oder „Was-wäre-wenn"-Szenarien auf einmal ausgeführt hätten! In der Tat können Sie durch @RISK die volle Reichweite dessen erkennen, was in Ihrer Situation alles passieren könnte. Es ist fast so, als ob Sie dieselbe Situation immer wieder mit durchmachen könnten, aber jedesmal unter anderen Bedingungen und folglich mit anderen Ergebnissen.

Auf den ersten Blick sieht es vielleicht so aus, als ob alle diese zusätzlichen Informationen das Treffen von Entscheidungen komplizieren könnten, aber einer der größten Vorteile der Simulation ist ihre Aussagekraft. @RISK generiert Ergebnisse, durch welche die zu erwartenden Risiken grafisch dargestellt werden können. Diese grafische Veranschaulichung ist leicht zu verstehen und kann auch anderen gegenüber leicht erklärt werden.

Wann sollte @RISK verwendet werden?

Praktisch immer dann, wenn Sie eine Analyse in Excel ausführen, bei der Unbestimmtheiten zu berücksichtigen sind. Die Anwendungsmöglichkeiten im Geschäftsleben, in der Wissenschaft und der industriellen Planung sind fast grenzenlos und Sie können dazu ohne weiteres auf der Grundlage der bereits vorhandenen Kalkulationstabellenmodelle arbeiten. Auch können Sie @RISK sowohl als eigenständige Analyse als auch als Ergebnisgenerator für andere Analysen verwenden. Denken Sie an all die Entscheidungen und Analysen, die Sie täglich vornehmen müssen. Wenn Sie sich jemals Sorgen darüber gemacht haben, welche Auswirkung das Risiko auf die verschiedenen Situationen haben könnte, haben Sie bereits einen guten Grund, mit @RISK zu arbeiten!

@RISK und Microsoft Excel

Als „Add-In" zu Microsoft Excel kann @RISK direkt mit Excel verknüpft werden, um diesem Programm neue Risikoanalysen-Fähigkeiten hinzuzufügen. Das @RISK-System stellt die Tools zur Verfügung, die für das Konfigurieren, Ausführen und das Anzeigen der Ergebnisse von Risikoanalysen erforderlich sind. Obendrein arbeitet @RISK mit Menüs und Funktionen, die Sie aus dem Excel-Programm bereits kennen.

@RISK-Funktionen

Unbestimmte Zellwerte in @RISK für Excel werden als Wahrscheinlichkeitsverteilungen definiert, für die Funktionen verwendet werden. Durch @RISK werden den Excel-Funktionen mehr als 30 neue Funktionen hinzugefügt, die alle einen unterschiedlichen Verteilungstyp für Zellwerte angeben. Diese Verteilungsfunktionen können praktisch allen Zellen und Formeln in den Arbeitsblättern hinzugefügt werden und können auch Argumente (d. h. Zellbezüge und Ausdrücke) enthalten, wodurch Unbestimmtheiten dann sehr ausgeklügelt spezifiziert werden können.

Verfügbare Verteilungstypen

Mithilfe der durch @RISK generierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen können praktisch alle Arten von Unbestimmtheiten in den Zellwerten Ihrer Kalkulationstabelle spezifiziert werden. Eine Zelle, die z. B. die Verteilungsfunktion =RISKNORMAL(10;10) enthält, gibt während einer Simulation Werteproben zurück, die aus einer Normalverteilung (Mittelwert = 10, Standardabweichung = 10) erhoben worden sind. Verteilungsfunktionen werden nur während der Simulation aufgerufen und zeigen bei normalen Excel-Vorgängen einen Einzelzellenwert, d. h. genauso, wie das in Excel vor @RISK der Fall war.

Verwendung von PrecisionTree zusammen mit @RISK

@RISK ist das perfekte Begleitprodukt zu PrecisionTree. @RISK ermöglicht Ihnen, die Unbestimmtheit in den Werten und Wahrscheinlichkeiten zu quantifizieren, die zur Definition der Entscheidungsbäume beitragen. Auch macht @RISK es möglich, Zufallsereignisse in Form eines stetigen Bereichs von möglichen Ergebnissen genauer zu beschreiben. Unter Verwendung dieser Informationen führt @RISK dann eine Monte Carlo-Simulation des Entscheidungsbaums aus, indem jedes mögliche Ergebnis analysiert wird. Außerdem werden auf diese Weise auch die voraussichtlich auf Sie zukommenden Risiken grafisch dargestellt.

Verwendung von @RISK zum Quantifizieren der Unbestimmtheit

Mit Hilfe von @RISK können in Entscheidungsbäumen und zugehörigen Kalkulationstabellenmodellen durch Verteilungsfunktionen alle unbestimmten Zweigwerte und -wahrscheinlichkeiten mühelos definiert werden. Wenn z. B. ein Zweig eines Entscheidungs- oder Zufallsknotens einen unbestimmten Wert enthält, kann dieser durch eine @RISK-Verteilungsfunktion beschrieben werden. Während einer normalen Entscheidungsanalyse kann der erwartete Wert der Verteilungsfunktion dann als Zweigwert verwendet werden. Mit anderen Worten, im Entscheidungsbaum kann der erwartete Pfadwert auf diese Weise mit Hilfe des Verteilungsfunktions-Wertes berechnet werden.

Bei Ausführung einer Simulation mittels @RISK wird jedoch in allen Iterationen eine Werteprobe aus den einzelnen Verteilungsfunktionen erhoben. Danach werden der Entscheidungsbaum und dessen Knoten unter Verwendung des neuen Werteprobensatzes neu berechnet und die Ergebnisse durch @RISK aufgezeichnet. Anschließend wird dann der Bereich der möglichen Werte für den Entscheidungsbaum angezeigt. Anstelle eines Risikoprofils mit einem diskontinuierlichen Satz von möglichen Ergebnissen wird in diesem Fall durch @RISK eine stetige Verteilung von möglichen Ergebnissen generiert. Das heißt, die Auftretenswahrscheinlichkeit ist dadurch für alle Ergebnisse gleich.

Beschreibung von Zufallsereignissen als einen stetigen Bereich von möglichen Ergebnissen

Zufallsereignisse müssen in Entscheidungsbäumen in Form von diskontinuierlichen Ergebnissen (d. h. als Zufallsknoten mit begrenzter Anzahl von Ergebniszweigen) beschrieben werden. In Wirklichkeit sind aber viele unbestimmte Ereignisse natürlich von stetiger Natur, d. h. es kann oft praktisch jeder zwischen dem Minimum und Maximum liegende Wert auftreten.

Bei Verwendung von @RISK und PrecisionTree wird das Modellieren von stetigen Ereignissen durch Benutzung von Verteilungsfunktionen

erheblich vereinfacht. Auch kann der Entscheidungsbaum durch @RISK-Funktionen kleiner und leichter verständlich gemacht werden!

Methoden für die Neuberechnung während der Simulation

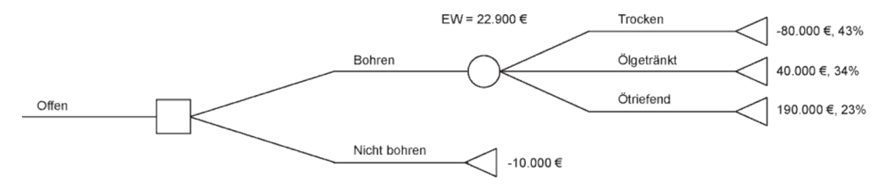
Während einer durch @RISK ausgeführten Simulation stehen für die Neuberechnung eines Entscheidungsmodells zwei Optionen zur Verfügung. Diese werden über das Dialogfeld **Einstellungen für Entscheidungsbaum** oder **Einstellungen für Zusammenhangsdiagramm** festgelegt, und zwar unter Verwendung des Befehls **@RISK**. Durch die erste Option, **Erwartete Modellwerte**, wird @RISK veranlasst, erst einmal mit jeder Iteration Werteproben aus allen im Modell enthaltenen Verteilungsfunktionen und den zugehörigen Kalkulationstabellen zu erheben. Anschließend wird dann das Modell unter Verwendung der neuen Werte neu berechnet, um einen neuen erwarteten Wert zu generieren. Bei der Ausgabe der Simulation handelt es sich in der Regel um die Zelle, die den erwarteten Wert für das Modell enthält. Abschließend wird dann eine Ausgabeverteilung generiert, die dem möglichen Bereich der erwarteten Werte für das Modell und auch der relativen Wahrscheinlichkeit deren Auftretens am besten entspricht.

Durch die zweite Option, **Werte eines Pfades, aus dem im ganzen Modell Werteproben erhoben wurden,** wird @RISK angewiesen, bei jeder Iteration der Simulation nach dem Zufallverfahren Werteproben aus einem bestimmten Pfad im Modell zu erheben. Das heißt, der über die einzelnen Zufallsknoten verfolgte Zweig wird nach dem Zufallsverfahren ausgewählt, und zwar auf Basis der für diesen Zweig eingegebenen Wahrscheinlichkeiten. Bei dieser Methode brauchen im Modell keine Verteilungsfunktionen vorhanden zu sein. Wenn solche Funktionen jedoch benutzt werden, wird mit jeder Iteration eine neue Werteprobe generiert und für die Pfadwertberechnung verwendet. Bei der Simulationsausgabe handelt es sich um die Zelle, die den Modellwert enthält, wie z. B. den Wert des Stammknotens der Baumstruktur. Abschließend wird eine Ausgabeverteilung generiert, die dem möglichen Bereich der Modell-Ausgabewerte und deren Auftretenswahrscheinlichkeit am besten entspricht.

Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen in Knoten

Erinnern Sie sich noch an das Ölbohrungsmodell in *Kapitel 3: Überblick über PrecisionTree*? Wir wollen uns jetzt noch einmal einen der Zufallsknoten in diesem Modell ansehen:

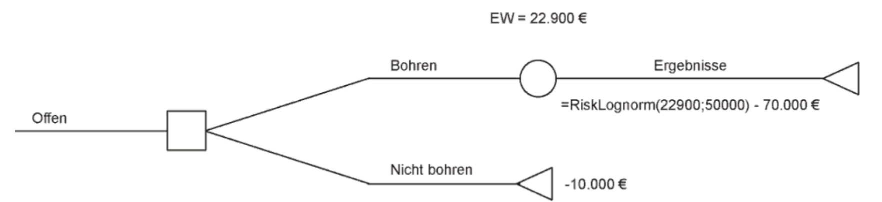
Ölbohrentscheidung mit offenen Testergebnissen



Die Bohrresultate sind in drei diskontinuierliche Ergebnisse unterteilt, nämlich **Trockenbohrung, Kleine Bohrung** und **Große Bohrung**. In Wirklichkeit müsste die Ölfündigkeit aber eigentlich durch eine kontinuierliche Verteilung beschrieben werden. Angenommen, der Gewinn aus dem Ölbohrungsgeschäft lässt sich durch eine Log-Normalverteilung mit einem Mittelwert von $ 22.900 und einer Standardabweichung von $ 50.000, d. h. durch die @RISK-Verteilung =*RiskLognorm(22900;50000)* beschreiben.

Um diese Funktion in unserem Ölbohrmodell verwenden zu können, müssen wir den Zufallsknoten so ändern, dass nur ein Zweig vorhanden ist und der Wert dieses Zweiges durch die @RISK-Funktion definiert ist. Das neue Modell sollte dann wie folgt aussehen:

Ölbohrentscheidung mit Wahrscheinlichkeitsverteilung



Während einer @RISK-Simulation gibt die Funktion *RiskLognorm* Zufallswerte für den Ablaufswert des Knotens „Ergebnisse" (Ergebnisse) zurück und PrecisionTree berechnet dann einen neuen erwarteten Wert für den Entscheidungsbaum.

Entscheidungs-erzwingung während der Simulation

Aber was ist die Entscheidung – soll gebohrt werden oder nicht? Falls sich der erwartete Wert für den Bohrknoten **Bohren** verändert, könnte sich die Bestwertentscheidung ebenfalls von Iteration zu Iteration ändern. Das würde bedeuten, dass wir das Bohrergebnis bereits vor Entscheidungstreffung wissen. Um diese Situation zu vermeiden, sollten Sie vor Ausführung einer @RISK-Simulation im Dialogfeld **@RISK** auf die Option **Entscheidungen folgen dem aktuellen optimalen Pfad** klicken. Jeder Entscheidungsknoten in der Baumstruktur wird dann zu einem erzwungenen Entscheidungsknoten, d. h. die einzelnen Entscheidungsknoten werden veranlasst, die Entscheidung zu wählen, die zum Zeitpunkt des Befehls als optimal erkannt wird. Dadurch werden Entscheidungsänderungen vermieden, die sonst evtl. aufgrund von während der Risikoanalyse auftretenden Veränderungen in Entscheidungsbaum-Werten und Wahrscheinlichkeiten auftreten könnten.

Verwendung von @RISK zum Analysieren von Entscheidungsoptionen

Wichtigkeit von vollständigen Informationen

Mitunter kann es sehr wichtig sein, das Ergebnis eines Zufallsereignisses bereits vor der Entscheidungstreffung zu wissen. Mit anderen Worten, es kann wichtig sein, den Wert der vollständigen Informationen zu wissen.

Bei Entscheidungserzwingung kennen Sie bereits vor Ausführung der Risikoanalyse den erwarteten Wert für die Bohrentscheidung, und zwar aus dem sich für den Knoten *Bohrentscheidung* ergebenden Wert. Wenn Sie dagegen eine Risikoanalyse des Modells ohne Entscheidungserzwingung ausführen würden (d.h., wenn die Option **Entscheidungsänderung bei jeder Iteration möglich** ausgewählt ist, könnten Sie aus dem Rückgabewert des Knotens *Bohrentscheidung* nur erkennen, was der erwartete Wert der Entscheidung sein würde, wenn Sie die Zukunft genau voraussagen könnten. Der Unterschied zwischen diesen beiden Werten ist vielleicht so groß, dass es sich lohnt, vor der Entscheidungstreffung durch zusätzliche Tests weitere Informationen einzuholen.

Auswahl der @RISK-Ausgaben

Eine Risikoanalyse auf Basis eines Entscheidungsbaumes kann je nach Art der im Modell ausgewählten Ausgabezellen zu vielerlei Ergebnissen führen. Beispielsweise kann der wahre erwartete Wert, der Wert vollständiger Informationen und der Wert der Pfadwahrscheinlichkeiten festgestellt werden.

Startknoten

Wählen Sie den Wert für einen Startknoten im Entscheidungsbaum (oder für den Startpunkt eines untergeordneten Baumes) aus, um aus der @RISK-Simulation ein Risikoprofil zu erstellen. Da @RISK-Verteilungen einen besonders großen Bereich von Zufalls-Variablen ergeben, sind die so generierten Diagramme meistens weicher gezeichnet und auch vollständiger als die herkömmlichen diskontinuierlichen Risikoprofile.

Entscheidungs-knoten

Falls Sie den Wert der vollständigen Information für eine Entscheidung berechnen möchten, sollten Sie nicht **Entscheidungen folgen dem aktuellen optimalen Pfad** sondern **Entscheidungsänderung bei jeder Iteration möglich** auswählen. Wählen Sie dann den betreffenden Entscheidungsknoten als @RISK-Ausgabe und führen Sie anschließend eine Simulation aus. Nach der Simulation müssen Sie im @RISK-Fenster nach dem erwarteten Wert für die Ausgabe suchen und dann den ursprünglich erwarteten Wert des Knotens davon subtrahieren. Das Ergebnis ist der Wert der vollständigen Information.

Einführung in TopRank

TopRank ist das elementare WENN-Tool für Kalkulationstabellen von Palisade Corporation. Durch TopRank werden die in der Kalkulationstabelle integrierten standardmäßigen WENN- und Datentabellenfähigkeiten erheblich verbessert. Außerdem können Sie durch das Begleitpaket @RISK mühelos zur hoch entwickelten Risikoanalyse übergehen.

TopRank und die WENN-Analyse

Mit Hilfe von TopRank können Sie schnell herausfinden, durch welche Kalkulationstabellenwerte oder Variablen die Ergebnisse am meisten beeinflusst werden, und zwar durch eine automatische WENN- oder Empfindlichkeitsanalyse. Durch TopRank können Sie auch automatisch jede beliebige Anzahl an Werten für eine Variable ausprobieren (in Form einer Datentabelle) und dann die für jeden Wert berechneten Ergebnisse anzeigen lassen. Über TopRank ist es sogar möglich, verschiedene Wertkombinationen für eine Gruppe von Variablen auszuprobieren (in Form einer mehrfachen WENN-Analyse) und dann die für die einzelnen Kombinationen berechneten Ergebnisse anzeigen zu lassen.

Eine der Hauptkomponenten für die Entscheidung auf Basis der Kalkulationstabelle ist immer die Ausführung einer WENN- oder Empfindlichkeitsanalyse. Durch diese Analyse wird herausgestellt, welche Variablen die Ergebnisse am meisten beeinflussen. Dadurch erkennen Sie die Faktoren, auf die Sie sich konzentrieren sollten, wenn Sie 1) weitere Daten erfassen und das Modell verfeinern sowie 2) die durchs Modell beschriebene Situation verwalten und implementieren.

TopRank ist ein Kalkulationstabellen-Add-In für Microsoft Excel. Zur Einrichtung von WENN-Analysen fügt TopRank den Funktionen der Kalkulationstabelle neue benutzerdefinierte VARY-Funktionen hinzu. Zur Einrichtung von WENN-Analysen fügt TopRank den Funktionen der Kalkulationstabelle neue benutzerdefinierte *VARY*-Funktionen hinzu. Durch diese Funktionen wird angegeben, um wie viel die Kalkulationstabellenwerte in einer WENN-Analyse variiert werden können. Es kann für diese Funktionen z. B. +10 % und -10 %, +1000 und – 500 oder auch eine Tabelle von Werten eingegeben werden.

Durch TopRank kann außerdem eine völlig automatische WENN-Analyse ausgeführt werden. In diesem Fall wird eine hochentwickelte Revisionstechnologie angewandt, um in der Kalkulationstabelle alle Werte zu finden, welche die Ergebnisse möglicherweise beeinflussen könnten. Alle diese möglichen Werte können dann automatisch durch TopRank geändert werden, um festzustellen, welcher Wert für die Ergebnisse am wichtigsten ist.

TopRank-Anwendungen

TopRank kann genauso angewandt werden wie jede andere Kalkulationstabellenanwendung. Solange Sie das Modell in einer Kalkulationstabelle erstellen können, kann es auch mit TopRank analysiert werden. TopRank wird in der Geschäftswelt dazu benutzt, die kritischen Faktoren zu identifizieren (wie z. B. Preis, Investitionskosten, Umsatzvolumen oder Gemeinkosten), die am meisten zum Erfolg des neuen Produkts beitragen. Ingenieure können durch TopRank die einzelnen Produktkomponenten herausfinden, durch deren Qualität die Produktion des Endprodukts am meisten beeinflusst wird. In einer Bank kann TopRank bei der Darlehensverleihung dazu verwendet werden, das entsprechende Darlehensmodell mit verschiedenen Zinssatz-, Kreditsummen- und Abzahlungskombinationen auszuführen, um die verschiedenen Szenarios mit dem Bankkunden zu besprechen. Ganz gleich ob es sich um Unternehmensführung, Wissenschaft, Technik, Buchhaltung oder um irgendein anderes Gebiet handelt, TopRank ist immer ein wichtiges Tool, wenn Sie herausfinden wollen, welche Variablen die Ergebnisse am meisten beeinflussen.

Modellierfunktionen

Warum TopRank?

Als Add-In für Microsoft Excel fügt TopRank diesem Programm ganz automatisch die WENN-Analysenfähigkeiten hinzu. Das TopRank-System bietet Ihnen die notwendigen Tools, um für jedes beliebige Kalkulationstabellen-Modell eine WENN-Analyse auszuführen. Obendrein arbeitet TopRank mit Menüs und Funktionen, die Sie aus dem Excel-Programm bereits kennen.

Die WENN-Analyse und die Datentabellen sind zwar Funktionen, die direkt in der Kalkulationstabelle ausgeführt werden können, aber nur in einem manuellen, unstrukturierten Format. Wenn Sie z. B. in der Kalkulationstabelle einen Zellwert ändern und ein neues Ergebnis berechnen, ist das bereits eine einfache WENN-Analyse. Ebenso kann eine Datentabelle, die Ihnen das Ergebnis für die Kombinationen aus zwei Werten gibt, ziemlich einfach in der Kalkulationstabelle erstellt werden. Durch TopRank werden diese Aufgaben jedoch ganz automatisch ausgeführt und die Ergebnisse für Sie entsprechend analysiert. TopRank führt unaufgefordert WENN-Analysen für alle Werte in der Kalkulationstabelle aus, die das Ergebnis irgendwie beeinflussen könnten. Sie brauchen die Werte also nicht einzeln zu ändern und die Ergebnisse neu zu berechnen. Anschließend zeigt Ihnen TopRank, welcher Kalkulationstabellenwert für das Ergebnis am wichtigsten ist.

Mehrfache WENN-Analyse

Mit Hilfe von TopRank können auch Datentabellenkombinationen automatisch ausgeführt werden, ohne dass Sie in der Kalkulationstabelle Tabellen einzurichten brauchen. Sie können bei dieser mehrfachen WENN-Analyse mehr als zwei Variablen kombinieren (d. h. Sie können Kombinationen aus jeder beliebigen Anzahl von Variablen erstellen) und diese Kombinationen dann nach ihrer Wichtigkeit für die Ergebnisse einordnen. Alle diese hoch entwickelten und automatischen Analysen können schnell und mühelos ausgeführt werden, da TopRank alle benutzten Werte und Kombinationen sowie deren Ergebnisse separat von der Kalkulationstabelle festhält. Da dieses alles automatisch erfolgt, kann Ihnen TopRank die WENN- und mehrfachen WENN-Analysenergebnisse praktisch unverzüglich zur Verfügung stellen. Dadurch kann selbst der Modellier-Novize ausgezeichnete Analysenergebnisse erzielen.

TopRank-Funktionen

In TopRank werden die Variationen in den Kalkulationstabellenwerten durch Funktionen definiert. Zu diesem Zweck hat TopRank dem Excel-Funktionssatz eine Reihe von neuen Funktionen hinzugefügt, durch die jeweils ein Variationstyp für die Werte angegeben wird. Es handelt sich dabei um folgende Funktionen:

- **Vary-** und **AutoVary-**Funktionen, durch die während einer WENN-Analyse ein Kalkulationstabellenwert quer über einen definierten Plus(+)- und Minus(-)-Bereich hinweg geändert wird.

- **VaryTable-**Funktionen, durch die während einer WENN-Analyse die einzelnen Tabellenwerte nacheinander für einen Kalkulationstabellenwert eingesetzt werden.

TopRank verwendet Funktionen, um während einer WENN-Analyse die Kalkulationstabellenwerte zu ändern und um die Ergebnisse festzuhalten, die im Zusammenhang mit den einzelnen Wertänderungen berechnet worden sind. Diese Ergebnisse werden dann nach dem Ausmaß der Änderung im Vergleich zu den ursprünglich erwarteten Ergebnissen eingereiht. Anschließend werden die Funktionen, welche die größte Veränderung verursacht haben, als die für das Modell wichtigsten identifiziert.

TopRank Pro enthält über 30 @RISK-Verteilungsfunktionen. Diese Funktionen können zusammen mit den VARY-Funktionen dazu verwendet werden, Variationen in Kalkulationstabellenwerten zu beschreiben.

Wie werden TopRank-Funktionen eingegeben?

TopRank-Funktionen werden immer dort eingegeben, wo Sie in einer WENN-Analyse einen anderen Wert ausprobieren wollen. Die Funktionen können in der Kalkulationstabelle zu allen beliebigen Zellen hinzugefügt werden und können auch Argumente, d. h. Zellverweise und Ausdrücke, mit einbeziehen. Dadurch wird Ihnen eine außergewöhnliche Flexibilität beim Definieren von möglichen Werte-Variationen in Kalkulationstabellen-Modellen gegeben.

Sie können zwar die *VARY*-Funktionen manuell eingeben, aber TopRank kann das auch automatisch für Sie tun. Sie sollten diese automatische Fähigkeit dazu benutzen, Kalkulationstabellen schnell und mühelos zu analysieren, ohne die zu verändernden Werte manuell identifizieren und die Funktionen eingeben zu müssen.

Automatisierte WENN-Analysen

Bei der automatischen Eingabe von *VARY*-Funktionen geht TopRank durch die ganze Kalkulationstabelle und sucht nach allen Werten, welche möglicherweise die identifizierte Ergebniszelle beeinflussen könnten. Sobald TopRank einen möglichen Wert findet, ersetzt es ihn durch eine AUTOVARY-Funktion, welche die ausgewählten Standardvariations-Parameter (wie z. B. +10 % und -10 %) enthält. Mit diesen eingefügten *AUTOVARY*-Funktionen kann TopRank dann die WENN-Analyse ausführen und die Werte, welche die Ergebnisse beeinflussen könnten, der Wichtigkeit nach einreihen.

Mit Hilfe von TopRank können Sie schrittweise die VARY- und *AUTOVARY*-Funktionen verarbeiten und die durch die einzelnen Funktionen angegebenen Variationen ändern. Als Standardwert können Sie die Variation -10 % und +10 % verwenden, aber bei gewissen Werten ist vielleicht eine Variation von -20% und +30% angebrachter. Sie können sich auch entscheiden, den Wert nicht variieren zu lassen, da in einigen Fällen der Kalkulationstabellenwert vielleicht festliegt und sich unter keinen Umständen ändern kann.

Eine WENN-Analyse ausführen

Während der Analyse werden durch TopRank die Werte für die einzelnen *VARY*-Funktionen geändert und die Kalkulationstabelle dann mit jedem neuen Wert neu berechnet. Durch jede Neuberechnung wird der neue in den einzelnen Ergebniszellen berechnete Wert erfasst. Dieser Wertveränderungs- und Neuberechnungsvorgang wird für jede *VARY*- und *VARYTABLE*-Funktion wiederholt. Die Anzahl der ausgeführten Neuberechnungen hängt davon ab, wie viele *VARY*-Funktionen eingegeben wurden, wie viele Schritte (d. h. wie viele Werte quer über den Min-Max-Bereich) für jede Funktion versucht werden sollen, wie viele *VARYTABLE*-Funktionen eingegeben wurden und welche Werte sich in den einzelnen Tabellen befinden.

TopRank-Ergebnisse

Durch TopRank werden alle VARY-Werte ihrer Auswirkung auf die einzelnen ausgewählten Ergebniszellen oder Ausgaben nach eingereiht. Die Auswirkung entspricht dem Ausmaß der Änderung, die für den Ausgabewert bei Änderung des Eingabewerts berechnet wurde. Wenn das Ergebnis des Kalkulationstabellen-Modells vor der Wertänderung z. B. 100 und nach Eingabeänderung 150 war, ist die durch die Eingabeänderung verursachte Änderung in den Ergebnissen gleich +50%.

TopRank-Ergebnisse können durch ein Tornado-, Schaufelrad- oder Empfindlichkeitsdiagramm grafisch dargestellt werden. Durch diese Diagramme werden die Ergebnisse zusammengefasst, so dass Sie mühelos erkennen können, welche Eingaben für die Ergebnisse am wichtigsten sind.

Verwendung von PrecisionTree mit TopRank

PrecisionTree bietet Ihnen einseitige und zweiseitige Empfindlichkeitsanalysen. Aber haben Sie die Möglichkeit, auch umfangreichere Kombinationen von Variablen zu analysieren oder Werte mithilfe von fortgeschritteneren Methoden zu verändern? TopRank ist in der Lage, kompliziertere und gründlichere Empfindlichkeitsanalysen eines Entscheidungsbaums auszuführen, und zwar mithilfe der in TopRank integrierten automatischen Empfindlichkeitsanalyse, Unterstützung von WENN-Tabellen und mehrfachen WENN-Fähigkeiten.

Verwendung von TopRank zum Ausführen von Empfindlichkeitsanalysen

Definition von Ausgaben

Wenn Sie TopRank zusammen mit PrecisionTree verwenden, wird in TopRank der Befehl **Ausgabe hinzufügen** dazu verwendet, den Startknoten eines Baumes (oder irgendeines Unterbaumes) als TopRank-Ausgabe zu definieren. TopRank identifiziert dann automatisch die Werte in Ihrem Entscheidungsbaum und in den damit verbundenen Kalkulationstabellen-Modellen, die sich auf den erwarteten Wert des Baums auswirken. TopRank nimmt auch automatische Veränderungen der einzelnen Werte vor, um festzustellen, wie solche Änderungen sich auf die Ergebnisse auswirken.

Identifizierung von Eingaben

Sobald eine Ausgabe für TopRank ausgewählt ist, werden alle sich darauf auswirkenden Werte identifiziert und durch VARY-Funktionen ersetzt. Wenn Sie beispielsweise den Wert eines Startknotens in einem Baum als Ausgabe wählen, untersucht TopRank in Ihrem Baum alle Zusammenhänge, um die Werte (wie z.B. Zweigwahrscheinlichkeiten und -werte) zu finden, die sich auf diese Ausgabe auswirken könnten. Außerdem geht TopRank auch durch alle mit diesem Baum verbundenen Kalkulationstabellen-Modelle, um in diesen die Eingaben zu identifizieren, auf die im Entscheidungsbaum verwiesen wird. Alle auf diese Weise identifizierten Eingaben werden in TopRank durch VARY-Funktionen ersetzt, die dann in einer WENN-Analyse verwendet werden.

Ausführung einer WENN-Analyse in einem Entscheidungsbaum

Während der Analyse werden durch TopRank die Werte für die einzelnen *VARY*-Funktionen geändert und der Entscheidungsbaum dann mit jedem neuen Wert neu berechnet. Bei jeder Neuberechnung erfasst TopRank den neuen Wert, der für die einzelnen Ausgaben berechnet wurde, wie z.B. den neuen erwarteten Wert für den Entscheidungsbaum. Dieser Wertveränderungs- und Neuberechnungsvorgang wird für jede *VARY*- und *VARYTABLE*-Funktion wiederholt. Die Anzahl der ausgeführten Neuberechnungen hängt davon ab, wie viele *VARY*-Funktionen eingegeben wurden, wie viele Schritte (d. h. wie viele Werte quer über den Min-Max-Bereich) für jede Funktion versucht werden sollen, wie viele *VARYTABLE*-Funktionen eingegeben wurden und welche Werte sich in den einzelnen Tabellen befinden.

Durch TopRank werden alle VARY-Werte ihrer Auswirkung entsprechend eingereiht. Es kann sich dabei um die Auswirkung auf den erwarteten Baumwert oder auf den erwarteten Wert von anderen als Ausgabe ausgewählten Knoten handeln. Die Auswirkung entspricht dem Ausmaß der Änderung, die für den Ausgabewert bei Änderung des Eingabewerts berechnet wurde. Ihr Tornado-Diagramm veranschaulicht diese Rangordnung, indem gezeigt wird, welche Eingaben bei Bestimmung der Entscheidungsanalysenergebnisse am wichtigsten waren.

Verwendung von Wertetabellen in einer Empfindlichkeits-analyse des Entscheidungs-baums

TopRank enthält die leistungsstarke Funktion VaryTable, über die Sie die Ergebnisse Ihres Entscheidungsbaums für die einzelnen Werte in einer Wertetabelle berechnen können. Hier sind zwei Beispiele für VaryTable-Funktionen:

- *=RiskVaryTable(100;{50;80;120;150;175})*
- *=RiskVaryTable(100;A1:A10)*

Während einer WENN-Analyse gibt TopRank die einzelnen Werte aus der eingegebenen oder referenzierten Tabelle zurück, um mithilfe dieses Wertes jeweils das Ergebnis des Entscheidungsbaums zu berechnen. Wenn beispielsweise in Ihrem Entscheidungsbaum die vorstehend zuerst genannte VaryTable-Funktion anstelle eines Zweigwertes von 100 verwendet wurde, würde TopRank den Entscheidungsbaum unter Verwendung der Zweigwerte 50, 80, 120 und 175 neu berechnen. Auch würde TopRank verfolgen, wie sich die einzelnen Zweigwertänderungen auf den erwarteten Wert des Baumes auswirken.

Anhang F: Glossar

@RISK
@RISK (sprich „ät risk“) ist ein durch Palisade Corporation entwickeltes Risikoanalysen-Add-In für Microsoft Excel.

Auszahlungsknoten
Ein in einem Zusammenhangsdiagramm befindliches Rechteck mit gerundeten Ecken, das den Ablaufswert einer Entscheidung darstellt.

Abnehmende Risikoaversion
Eine Situation, in der der Entscheidungsträger risikofreudiger wird, sobald er finanziell besser gestellt ist.
*Siehe **Kontante Risikoaversion, Nutzenfunktion**.*

Basisfall
Der Zustand in einem Entscheidungsmodell vor Ausführung einer Empfindlichkeitsanalyse, wenn alle Variablen auf ihren wahrscheinlichsten Wert eingestellt sind.

Bayes'sches Theorem
Eine algebraische Formel, durch die der Zusammenhang von Wahrscheinlichkeiten in Bezug auf voneinander abhängige Ereignisse beschrieben wird. Bei der Entscheidungsanalyse wird dieses Theorem dazu verwendet, zwei Zufallsknoten in einem Entscheidungsmodell umzuordnen oder umzudrehen.

Bedingte Unabhängigkeit
Zwei Knoten sind bedingt unabhängig gegenüber einem dritten Knoten, wenn die Ergebnisse der beiden Knoten nur vom Ergebnis des dritten Knotens und nicht von den gegenseitigen Ergebnissen abhängen.

Bogen
Ein Bogen, der in einem Zusammenhangsdiagramm zwei Knoten verbindet und dadurch einen Zusammenhang zwischen den beiden Knoten zu erkennen gibt. Bögen zwischen Zufallsknoten bedeuten Relevanz, während Bögen zwischen Entscheidungsknoten den Informationsfluss darstellen.

Deterministisch
Ein Wert oder eine Variable, mit dem/der keine Unbestimmtheit verbunden ist.
*Siehe **Stochastisch, Risiko**.*

Deterministische Dominanz
Eine Situation, in der der Ablaufswert der dominierenden Alternative mindestens so hoch wie der der dominierten Alternative ist.

Deterministische Empfindlichkeits-analyse
Eine Empfindlichkeitsanalyse, bei der die Variable einen Ablaufswert darstellt, der mit einem Ereignis oder mehreren Ereignissen zusammenhängt.
*Siehe **Wahrscheinlichkeitstheoretische Empfindlichkeitsanalyse**.*

Eindeutiges Diagramm Ein Zusammenhangsdiagramm, das eindeutig die Weltanschauung des betreffenden Entscheidungsträgers darstellt.

Einseitige Empfindlichkeits-analyse Eine Analyse, aus der die Auswirkung einer Variable auf das Ergebnis eines Modells hervorgeht. Die Ergebnisse werden typischerweise in einem einseitigen Empfindlichkeitsdiagramm angezeigt.
*Siehe **Empfindlichkeitsanalyse**.*

Einseitiges Empfindlichkeits-diagramm Ein Diagramm, in dem eine Variable mit dem erwarteten Wert eines Modells verglichen wird, wobei der volle Wertbereich der Variable zu sehen ist.
*Siehe **Empfindlichkeitsanalyse, Einseitige Empfindlichkeitsanalyse**.*

Empfindlichkeits-analyse Eine Ermittlung der Variablen, die in einer Entscheidung am wichtigsten sind, indem die Auswirkung von angemessenen Änderungen in Basisfällen untersucht wird. Mithilfe der Empfindlichkeitsanalyse können Variablen herausgefunden werden, die nur wenig Auswirkung auf die endgültige Entscheidung haben. Diese Variablen können dann deterministisch behandelt werden.
*Siehe **TopRank**.*

Endknoten Ein Dreieck in einem Entscheidungsbaum, das den Endpunkt eines Zweiges darstellt.

Entscheidungs-analyse Der Prozess des Modellierens einer problematischen Situation unter Berücksichtigung des Verhaltens und der Überzeugungen des Entscheidungsträgers in Bezug auf Unbestimmtheit, um besseren Einblick und besseres Verständnis zu erhalten. Die Entscheidungsanalyse bietet Ihnen eine systematische Methode, um Probleme zu beschreiben.

Entscheidungsbaum Eine grafische Problemdarstellung, in der Zufallsereignisse und Entscheidungen in chronologischer Folge beschrieben werden. Ereignisse gehen in Form von Zweigen von den Nachfolgeknoten aus, wodurch das fertige Modell dann wie ein Baum aussieht. Gewöhnlich beginnen Entscheidungsbäume mit einem Entscheidungsknoten.

Entscheidungs-knoten Ein Quadrat in einem Entscheidungsbaum oder Zusammenhangsdiagramm durch das ein Ereignis dargestellt wird, bei dem der Entscheidungsträger eine von mehreren Optionen auswählen muss. Mit jeder Option ist ein bestimmter Wert verbunden.

Ereignis Ein Ergebnis oder eine Gruppe von Ergebnissen, die sich aus der betreffenden Aktion ergeben. Bezieht sich gewöhnlich auf die möglichen Ergebnisse eines Zufallknotens.

Ereignisbaum Ein mit einem Zufallsknoten beginnender Entscheidungsbaum.

Erwarteter Nutzwert

Der gewichtete Durchschnitt der Netzwerteinheiten für die einzelnen Ergebnisse aus einem Zufallsknoten.
*Siehe **Nutzenfunktion**.*

Erwarteter Wert

Gewichteter Durchschnitt der möglichen Ergebnisse für einen Zufallsknoten oder das gesamte Entscheidungsmodell.

Fehlerbaum

Ein Ereignisbaum, aus dem die Beziehung von vorherigen Ereignissen zu dem betreffenden Ereignis (bei dem es sich oft um den Ausfall eines komplizierten Systems handelt) hervorgeht. Typischerweise enthalten Fehlerbäume nur Zufallsknoten.

Gegenseitig ausschließend

Es ist nur ein Ergebnis an einem Knoten möglich.
*Siehe **Insgesamt vollständig**.*

Gewissheits-äquivalent

Das Gewissheitsäquivalent ist der Wert, den Sie einer unbestimmten Situation geben, oder der Geldbetrag, den Sie akzeptieren würden, um eine riskante Situation zu vermeiden. In einem Entscheidungsbaum wird das Gewissheitsäquivalent aus dem erwarteten Nutzwert berechnet, und zwar unter Verwendung der Inverse (d.h. der Umkehrfunktion) der Nutzenfunktion.
*(siehe **Nutzenfunktion, Erwarteter Nutzwert**).*

Höchstwahrschein-lichkeitswert

Das Ergebnis mit der höchsten Wahrscheinlichkeit. In einem Risikoprofil ist der höchstwahrscheinliche Wert immer der Wert, der im Diagramm dem höchsten Balken entspricht.

Insgesamt vollständig

Keine anderen Möglichkeiten für den Knoten.
*Siehe **Gegenseitig ausschließend**.*

Konstante Risikoaversion

Eine Situation, in der der Entscheidungsträger an eine riskante Sache immer mit der gleichen Risikoscheue herangeht, ganz gleich, wie gut er finanziell gestellt ist.
*Siehe **Abnehmende Risikoaversion, Nutzenfunktion**.*

Logikknoten

Ähnlich dem Entscheidungsknoten. Ermöglicht dem Entscheidungsträger, die optimale Auswahl zu treffen, indem der logische Ausdruck der einzelnen untergeordneten Zweige ausgewertet wird. Bei Ausdrücken an den Knoten handelt es sich gewöhnlich um logische Formeln, wie z.B. **=x>5, =x=2** usw., durch die entweder WAHR oder FALSCH zurückgegeben wird.

Minimum

Der geringste mögliche Wert, der für eine Variable erwartet werden kann.

Nachfolgeknoten

Der Knoten, der direkt dem ausgewählten Knoten folgt.
*Siehe **Vorgängerknoten**.*

Nutzenfunktion Ein Ausdruck, durch den das Risiko gemessen wird, und zwar durch Konvertierung der mit einem Ergebnis zusammenhängenden Ablaufswerte in Nutzwerteinheiten. Der Nutzwert einer Entscheidung wird dann mit dem Nutzwert einer anderen Entscheidung verglichen, um die optimale Entscheidung auszuwählen.

Nutzloser Knoten Ein Knoten, der sich nicht auf die zu treffende Entscheidung auswirkt. In einem Zusammenhangsdiagramm bezieht sich dies auf einen Knoten, der Vorgängerknoten, aber keine Nachfolgeknoten hat.

Objektives Risiko Ein Wahrscheinlichkeitswert oder eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, der/die durch „objektiven" Beweis oder akzeptierte Theorie bestimmt wird. Die Wahrscheinlichkeiten eines objektiven Risikos sind immer genau bekannt.
*Siehe **Subjektives Risiko**.*

Orientiertes Diagramm Ein Zusammenhangsdiagramm, das einen Auszahlungsknoten enthält.
*Siehe **Zusammenhangsdiagramm**.*

PrecisionTree Das Entscheidungsanalysen-Add-In für Microsoft Excel, das in diesem Benutzerhandbuch beschrieben wird.

Reduzierung Die Darstellung der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die objektive Funktion des gesamten Modells in Form einer einzigen Zufallsvariable.

Richtlinienvorschlag Eine Darlegung des optimalen Entscheidungspfads in einem Modell; die Ergebnisse einer Entscheidungsanalyse.

Risiko Unbestimmtheit oder Variabilität in dem Ergebnis eines Ereignisses oder einer Entscheidung. In vielen Fällen kann der mögliche Ergebnisbereich zusammen mit den erwünschten Ergebnissen auch solche enthalten, die unerwünscht sind. Der Ergebnisbereich ist oft mit den Auftretenswahrscheinlichkeitsniveaus verknüpft.

Risikoanalyse Eine Methode, durch die das der betreffenden Situation anhaftende Risiko untersucht und verstanden werden kann. Diese Methoden können quantitativer und/oder qualitativer Natur sein.

Risikoneutral Ein Entscheidungsträger, der sich immer für die Alternative mit dem höheren Ablaufswert entscheidet, ganz gleich, welches Risiko diese Alternative beinhaltet.
*Siehe **Risikoscheu, Bayes'sche Revision**.*

Risikopremium Die Differenz zwischen dem erwarteten Wert und dem Gewissheitsäquivalent eines unbestimmten Ereignisses; der Geldbetrag, auf den Sie gern verzichten würden, um das Risiko zu vermeiden.
*Siehe **Erwarteter Wert, Gewissheitsäquivalent**.*

Risikoprofil-Summendiagramm

Eine Verteilungsfunktion, aus der die Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass das Ergebnis aus dem Modell nicht größer als der angegebene Wert sein wird.
Siehe ***Risikoprofil-Wahrscheinlichkeitsdiagramm****.*

Risikoprofil-Wahrscheinlichkeitsdiagramm

Eine Verteilungsfunktion, aus der die Wahrscheinlichkeit hervorgeht, das ein Ergebnis eintreten wird.
Siehe ***Risikoprofil-Summendiagramm****.*

Risikoscheu

Ein Verhalten in Bezug auf riskante Situationen, das einen Entscheidungsträger veranlasst, von einem Geschäft mit höherem Ablaufswert abzusehen, wenn dieses mit einem anteilmäßig höheren Risiko verbunden ist. Es gibt auch Personen, die ganz entgegengesetzt handeln, d.h. sehr risikofreudig sind.
Siehe ***Risikoneutral****.*

Risikotoleranz

Eine Konstante, durch die das Verhalten des Entscheidungsträgers in Bezug auf Risiko gemessen wird. Es handelt sich hierbei um einen Parameter in der Nutzenfunktion.
Siehe ***Nutzenfunktion****.*

Schaufelrad-diagramm

Ein Diagramm, aus dem die angemessenen Änderungsbegrenzungen für die einzelnen unabhängigen Variablen hervorgehen und auch die Auswirkungen dieser Änderungen auf den erwarteten Wert in einem Modell.

Schiefe

Ein Messwert für die Form einer Verteilung, aus dem hervorgeht, wie asymmetrisch die Verteilung ist. Schiefe Verteilungen haben mehr Werte auf der einen als auf der anderen Seite des Höchstwahrscheinlichkeitswertes. Durch einen Schiefenwert von 0 ist eine symmetrische Verteilung zu erkennen; negative und positive Schiefenwerte weisen auf Verteilungen hin, die schief nach links bzw. rechts verlaufen.
Siehe ***Wölbung****.*

Standard-abweichung

Entspricht der Quadratwurzel der Varianz.
Siehe ***Varianz****.*

Stochastisch

Unbestimmt oder riskant.
Siehe ***Risiko, Deterministisch****.*

Stochastische Dominanz (erster Ordnung) Ereignet sich, wenn sich zwei Profile im Risikoprofil-Summendiagramm nicht überkreuzen und daher Freiraum zwischen ihnen besteht. Es gibt zwei Formen von stochastischer Dominanz. Die erste, die Ablaufsdominanz genannt wird, ereignet sich, wenn die bevorzugte Alternative einen höheren Ablaufswert ergibt als die andere Alternative, die die gleiche Ablaufswertwahrscheinlichkeit aufweist. Die zweite, die Wahrscheinlichkeitsdominanz genannt wird, ereignet sich, wenn die bevorzugte Alternative den gleichen Ablaufswert ergibt wie die andere Alternative, die eine größere Ablaufswertwahrscheinlichkeit aufweist. Die stochastische Dominanz kann aus einer Kombination dieser beiden Formen bestehen, aber die dominante Alternative ergibt immer einen höheren erwarteten Wert.

Strategisches Bereichsdiagramm Dieses Diagramm wird nach Ausführung einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse erstellt und zeigt die für die verschiedenen Strategien optimalen Bereiche an. Auch gibt dieses Diagramm eine Richtlinie dafür, wie viel Aufwand erforderlich ist, um bei einem Entscheidungsproblem die Unbestimmtheit zu modellieren. Ferner zeigt dieses Diagramm, wie empfindlich die Entscheidung gegenüber der Unbestimmtheit ist.

Subjektives Risiko Ein Wahrscheinlichkeitswert oder ein Verteilung, der/die auf Basis des besten persönlichen Wissens sowie der Sachkenntnisse und Erfahrung einer Person (d.h., des Entscheidungsträgers) bestimmt wird. Neu verfügbare Informationen machen oft Änderungen in solchen Schätzungen erforderlich und vernünftige Personen können leicht verschiedener Meinung in Bezug auf solche Änderungen sein.
*Siehe **Objektives Risiko**.*

TopRank Ein Empfindlichkeitsanalysen-Add-In für Microsoft Excel, das durch Palisade Corporation entwickelt wurde.

Tornado-Diagramm Dieses Diagramm wird nach Ausführung einer einseitigen Empfindlichkeitsanalyse erstellt und zeigt, wie sehr sich der Wert einer Alternative durch Änderungen in einer bestimmten Menge verändern kann, wenn alle anderen Variablen jeweils ihren Basiswert behalten.

Unabhängige Knoten Wenn zwei Knoten in einem Zusammenhangsdiagramm nicht durch Pfeile (Bögen) verbunden sind, handelt es sich um unabhängige Knoten, sofern das Ergebnis des einen Knotens sich nicht auf das Ergebnis des anderen Knotens auswirkt.

Unbestimmtheit *Siehe **Risiko**.*

Unbestimmtheits-knoten Ein Knoten, der ein Ereignis mit unbestimmtem Ergebnis darstellt.
*Siehe **Zufallsknoten**.*

Variable
Eine grundlegende Modellkomponente, die mehr als einen Wert annehmen kann. Wenn der tatsächlich auftretende Wert nicht mit Bestimmtheit angegeben werden kann, wird die Variable als unbestimmt bezeichnet. Gewöhnlich ist eine Variable im Modell in einer Zelle oder in einem benannten Bereich zu finden.

Varianz
Ein Messwert für die Wertestreuung in einer Verteilung. Anders ausgedrückt: Durch die Varianz wird das Risiko in der Verteilung angezeigt. Die Varianz wird als Durchschnitt der ins Quadrat erhobenen Mittelwertabweichungen berechnet. Durch die Varianz werden „Ausreißer" mit einem vom Normalen abweichenden Bewertungsfaktor belegt. Bei „Ausreißern" handelt es sich um Werte, die sehr weit entfernt vom Mittelwert liegen.
Siehe ***Standardabweichung****.*

Verweisknoten
Eine Raute in einem Entscheidungsbaum, die ein Ereignis darstellt, das durch einen anderen Entscheidungsbaum beschrieben wird.

Vorgängerknoten
Der Knoten, der sich direkt vor dem ausgewählten Knoten befindet.
Siehe ***Nachfolgeknoten****.*

Wahrscheinlichkeit
Ein Messwert darüber, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert oder Ereignis auftreten wird.

Wahrscheinlichkeitstheoretische Dominanz
Ereignet sich, wenn die bevorzugte Alternative den gleichen Ablaufswert ergibt wie die andere Alternative, die die größere Ablaufswertwahrscheinlichkeit zeigt.
Siehe ***Stochastische Dominanz****.*

Wahrscheinlichkeitstheoretische Empfindlichkeitsanalyse
Eine Empfindlichkeitsanalyse, bei der es sich bei der Variablen um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Zufalls handelt.
Siehe ***Deterministische Empfindlichkeitsanalyse****.*

Wertmäßige Empfindlichkeitsanalyse
Durch diese Analyse werden die Auswirkungen der Eingaben in das Modell auf die Entscheidungsrichtlinie gemessen, und zwar durch Variieren eines Wertes im Modell und Überprüfen der Auswirkungen auf die optimale Richtlinie und den erwarteten Wert.

Wölbung
Ein Messwert für die Form einer Verteilung, der anzeigt, wie flach oder steil die Verteilung ist. Je höher die Wölbung, desto steiler die Verteilung.

Zufallsknoten
Ein Kreis in einem Entscheidungsbaum oder Zusammenhangsdiagramm, durch den ein Ereignis dargestellt wird, auf das der Entscheidungsträger keinerlei Einfluss hat. Jedes Ergebnis dieses Ereignisses hat einen entsprechenden Wert und eine entsprechende Wahrscheinlichkeit.

Zusammenhangs-diagramm

Eine einfache grafische Darstellung eines Problems, aus der die Beziehung zwischen verschiedenen Ereignissen hervorgeht. Obwohl Zusammenhangsdiagramme weniger detailliert als Entscheidungsbäume sind, kann durch diese Diagramme das Gesamtbild in für andere leicht verständlicher Weise dargestellt werden.

Zweig

In einem Entscheidungsbaum wird ein Zweig für jedes mögliche Ergebnis einer Entscheidung oder eines Zufallereignisses gezeichnet.

Zweiseitige Empfindlichkeits-analyse

Eine Analyse der Auswirkung von zwei sich gleichzeitig ändernden Variablen auf das Ergebnis eines Modells.
Siehe ***Empfindlichkeitsanalyse****.*

Zweiseitiges Empfindlichkeits-diagramm

Ein Diagramm, das nach Ausführung einer zweiseitigen Empfindlichkeitsanalyse erstellt wird und zeigt, in welchen Bereichen der erwartete Wert des Modells größer als der angegebene Zielwert ist.

Zyklus

Eine Bogenschleife ohne eindeutigen Endpunkt in einem Zusammenhangsdiagramm. In Entscheidungsmodellen sollten Zyklen vermieden werden.

Index

Z

